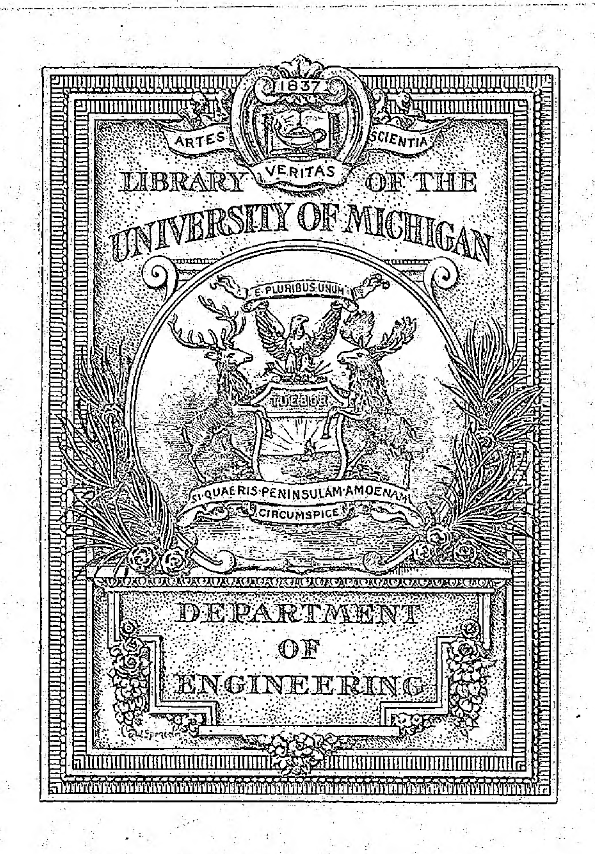
HANDBUCH DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN: IN FÜNF TEILEN





HANDBUCH

DER

INGENIEURWISSENSCHAFTEN

in fünf Teilen

Erster Teil

Vorarbeiten, Erd-, Grund-, Strafsen- und Tunnelbau

Herausgegeben

von

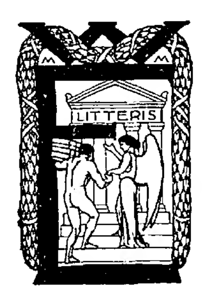
L. von Willmann

Geh. Baurat und ord. Professor an der Techn. Hochschule zu Darmstadt

---

Vierter Band

Vierte, vermehrte Auflage



Leipzig

Verlag von Wilhelm Engelmann

1912

VORARBEITEN,
ERD-, GRUND-, STRASSEN- UND TUNNELBAU

Handbuch der Ingenieurwissenschaften I. Teil

Vierter Band

Strafsenbau einschl. der Strafsenbahnen

Bearbeitet von

Dr.-Ing. **Max Dietrich** und Baudirektor **F. von Laissle** (†)

herausgegeben von

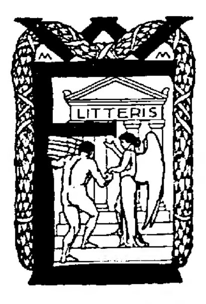
L. von Willmann

Geh. Baurat und ord. Professor an der Techn. Hochschule zu Darmstadt

---

Vierte, vermehrte Auflage

Mit 426 Textabbildungen, vollständigem Sachverzeichnis und 17 lithographierten Tafeln sowie einer kurzen Lebensbeschreibung und dem Bilde von F. von Laissle



Leipzig
Verlag von Wilhelm Engelmann
1912



Vorwort zur vierten Auflage.

Mit der vorliegenden, das Kapitel „Strafsenbahnen“ enthaltenden zweiten Lieferung wird der 4. Band: „Der Strafsenbau einschliefslich der Strafsenbahnen“, vom I. Teil des „Handbuchs der Ingenieur-Wissenschaften“ in seiner 4. Auflage abgeschlossen.

Schon in der dritten Auflage war die Behandlung der in der Neuzeit für die städtischen Strafsen von immer gröfserer Bedeutung werdenden „Strafsenbahnen“ aufgenommen worden, hatte aber mit dem gleichfalls neu eingefügten Abschnitt über die für den Bau und die Unterhaltung der Strafsen erforderlichen Maschinen, der früher ein für sich bestehendes, von Herrn Geh. Baurat Sonne bearbeitetes Kapitel des IV. Teils vom Handbuch bildete, den Stoff derart vermehrt, dafs für die vorliegende vierte Auflage, der gröfseren Übersichtlichkeit und einheitlicheren Bearbeitung wegen, eine Trennung in drei gesonderte Kapitel: „Landstrafsen“, „Städtische Strafsen“ und „Strafsenbahnen“ wünschenswert erschien.

Der seitherige bewährte Bearbeiter des „Strafsenbaues“, Herr Baudirektor F. v. Laissle, dessen Verdienste in dem bereits der 1. Lieferung beigegebenen Nachruf besprochen wurden, hatte kurz vor seinem Hinscheiden die Kapitel „Landstrafsen“ und „Städtische Strafsen“ im Manuskript für die vorliegende Auflage fertiggestellt, so dafs sie im Jahre 1907 als 1. Lieferung des vorliegenden Bandes erscheinen konnten. In dieser Neubearbeitung waren alle Neuerungen entsprechend berücksichtigt, insbesondere wurde ein neuer Abschnitt über die Herstellung staubfreier Strafsen aufgenommen, auf die Anwendung des Eisenbetons für Strafsenbrücken hingewiesen, das Kleinpflaster eingehender behandelt und auf die Anlage neuer Industrie-, Arbeiter- und Villenansiedelungen eingegangen.

Zur Bearbeitung des dritten Kapitels: „Strafsenbahnen“ kam jedoch Herr v. Laissle leider nicht mehr. Die Suche nach einem neuen Bearbeiter hielt namentlich deshalb lange auf, weil sich die für Verleger und Herausgeber gleich unerquickliche Lage mehrmals wiederholte, dafs geeignete Kräfte sich bereit erklärt hatten, die Bearbeitung zu übernehmen, um dann, nach Verlauf eines längeren Zeitraums, ihre Zusage wieder zurückzuziehen. Endlich gelang es in Herrn Dr.-Ing. Max Dietrich einen Mitarbeiter zu finden, der die Neubearbeitung des Kapitels „Strafsenbahnen“ endlich glücklich zu Ende geführt hat.

Entsprechend der Stellung als selbständiges Kapitel und infolge der vielen Neuerungen im Strafsenbahnwesen ist gegenüber der dritten Auflage eine bedeutende Stoffvermehrung eingetreten, was sich schon durch die gröfsere Anzahl der Textabbildungen zeigt. Auch die Zahl der Tafeln hat sich vermehrt. Tafel XIII (früher Tafel XII) enthält zur Hälfte neue Abbildungen, während Tafel XIV und XV neu eingefügt wurden. Erstere bringt eine Übersicht über die Entwickelung der Strafsenbahnschienen, letztere die Ausführung verschiedener Gleispläne.

Die vorliegende 2. Lieferung beginnt auf S. 385 mit der Fortsetzung des Literaturverzeichnisses zum II. Kapitel: „Städtische Strafsen“, wie es im Jahre 1907 zusammengestellt war. Da jedoch die Literatur seit dem Erscheinen der 1. Lieferung eine wesentliche Bereicherung erfahren hat, wurde vom Unterzeichneten für die beiden ersten Kapitel des vorliegenden Bandes ein „Literatur-Nachtrag“ auf S. 399 angefügt, so dafs durch diesen dem Benutzer des Werkes Gelegenheit geboten wird, den neuesten Stand der Wissenschaft auch bezüglich der „Landstrafsen“ und der „Städtischen Strafsen“ kennen zu lernen.

Darmstadt, im Mai 1912.

L. von Willmann.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften.

Erster Teil.

Übersicht des Inhaltes der vierten Auflage:

Erster Band: **Vorarbeiten und Bauleitung.**

Kap. I. **Vorarbeiten für Eisenbahnen und Strafsen.** Nach der in 1. und 2. Auflage von den Geheimen Bauräten E. Mackensen und R. Richard erfolgten Bearbeitung, in 3. und 4. Auflage neu bearbeitet von L. Oberschulte (†), weiland Königl. Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor a. D., Direktor der Akt.-Ges. für Bahn-Bau und Betrieb zu Frankfurt a. M. unter teilweiser Mitwirkung der Herren Henkes, Königl. Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor in Magdeburg, und Puller, Ingenieur in Saarbrücken. Die Neubearbeitung für die 5. Auflage hat Herr G. Claus, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor in Gera übernommen.

„ II. **Bauleitung.** Nach der früheren Bearbeitung von Gustav. Meyer, weiland Königl. Eisenbahn-Bauinspektor a. D. und Baudirektor in Osnabrück, neu bearbeitet von H. Wegele, Geh. Baurat und ord. Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Zweiter Band: **Erdbau, Stütz- und Futtermauern.**

Kap. I. **Erd- und Felsarbeiten.** Nach der früheren Bearbeitung von Gustav Meyer, weiland Königl. Eisenbahn-Bauinspektor a. D. und Baudirektor in Osnabrück, neu bearbeitet von L. von Willmann, Geh. Baurat und ord. Professor an der Techn. Hochschule zu Darmstadt.

„ II. **Erdrutschungen.** Nach der früheren Bearbeitung von Gustav Meyer, weiland Königl. Eisenbahn-Bauinspektor a. D. und Baudirektor in Osnabrück, neu bearbeitet von H. Wegele, Geh. Baurat und ord. Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

„ III. **Stütz- und Futtermauern.** Von E. Häseler (†), weiland Geh. Hofrat und ord. Professor an der Techn. Hochschule zu Braunschweig. Die Neubearbeitung für die 5. Auflage hat Herr H. Kayser, ord. Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt übernommen.

Dritter Band: **Der Grundbau.**

Vierter Band: **Strafsenbau einschl. der Strafsenbahnen.**

Fünfter Band: **Tunnelbau** (in Vorbereitung).

Inhalts-Verzeichnis.

B. Bau der Landstrafsen.

C. Unterhaltung und Reinigung der Landstrafsen.

Tabellen.

Literatur.

Geschichtliches und Entwickelung des Strafsenbaues (zu § 1).

A. Strafsenfuhrwerke (zu § 2 bis 4).

B. Landstrafsen (zu § 5 bis 15).

C. Unterhaltung, Reinigung und Verwaltung der Landstrafsen (zu § 16 bis 24).

II. Kapitel.

Städtische Strafsen.

Bearbeitet von F. von Laissle †, weiland Baudirektor und Professor a. D. der Techn. Hochschule zu Stuttgart.

(Mit Tafel IX bis XII und 137 Textabbildungen.)

A. Allgemeines. Bebauungspläne.

B. Die Fahrbahnen städtischer Strafsen.

C. Nebenanlagen städtischer Strafsen.

D. Unterhaltung und Reinigung städtischer Strafsen.

Tabellen.

Literatur.

A. Bebauungspläne, städtische Strafsen und Plätze (zu §§ 1 bis 4).

B. Fahrbahnbefestigung (zu §§ 5 bis 9).

C. Nebenanlagen der städtischen Strafsen (zu §§ 10 u. 12).

III. Kapitel.

Die Strafsenbahnen.

Bearbeitet von Dr.-Ing. Max Dietrich, Betriebsleiter der Städtischen Strafsenbahnen, Berlin, unter Benutzung der von F. v. Laissle, weiland Baudirektor und Professor an der Techn. Hochschule zu Stuttgart bearbeiteten 3. Auflage dieses Abschnittes.*)

(Mit Tafel XIII bis XVII und 212 Textabbildungen.)

*) Für die jetzigen §§ 1 u. 5 war in der 3. Auflage zum Teil ein Manuskript des Herrn Geh. Baurat F. Baltzer, Berlin, benutzt worden.

Tabellen.

Literatur.

I. Kapitel.

Landstrafsen.

Bearbeitet von

F. v. Laissle,

weiland Baudirektor, Professor a. D. in Stuttgart.

(Mit Tafel I bis VIII und 77 Textabbildungen.)

Einleitung.

§ 1. Geschichtliche Entwickelung des Strafsenbaues. Einflufs der Eisenbahnen auf die Bedeutung der Landstrafsen als Verkehrsmittel.

1. Entstehung der ersten Verkehrswege. Die Verkehrswege, welche schon im Altertum in verschiedenen Ländern angelegt wurden, verdanken ihre Entstehung dem Bedürfnis der Menschen, die Erzeugnisse ihres Landes gegen diejenigen der Nachbarländer auszutauschen, hatten aber ebenso häufig auch den Zweck, für die Armeen bequeme Verbindungswege zu erlangen, die Verteidigung des eigenen Landes oder den Angriff fremder Länder zu erleichtern. Die Arbeiten beschränkten sich wohl zunächst auf Erforschung der besten Verkehrsrichtung durch Aufsuchen von Furten, Umgehung von Sümpfen und Aushauen von Waldstrichen, eine besondere Befestigung der Wegfläche kam nicht in Frage.

Zu eigentlichen Strafsen erweiterten sich die Verkehrswege, sobald die Beförderung von Waren nicht mehr durch Packträger oder Lasttiere, sondern durch Wagen stattfand, deren Bewegung eine einigermafsen ebene und feste Fahrbahn verlangt, um das Umwerfen der Wagen und das Einsinken der Räder in den weichen Untergrund zu vermeiden.

Von der Beschaffenheit dieser frühesten Strafsen, welche zu einer Zeit errichtet wurden, als die Kunst des Strafsenbaues noch nicht entwickelt war, erhalten wir einen Begriff, durch Betrachtung der Strafsen in Ländern, wo infolge niederer Stufe der Kultur, oder geringer Bevölkerung oder des Mangels an brauchbarem Strafsenmaterial eigentliche Kunststrafsen noch nicht bestehen, wie in den Steppen Ungarns und Rufslands, einzelnen Teilen von Nordamerika u. s. w. Diese Strafsen ziehen meist in langen Geraden über Berg und Tal, es fehlt an jeder Befestigung der Fahrbahn, sowie an Gräben, die Strafsen sind sehr breit[1], um bei schlechtem Wetter ausgefahrene Stellen umgehen zu können; Brücken über Wasserläufe sind fast das einzige, was von der Tätigkeit des Ingenieurs Zeugnis ablegt. Betrachten wir beispielsweise in Rufsland einen Waren-

---

[1]) Die russischen Poststrafsen sind gesetzlich 20 Faden = rd. 42 m breit.

zug, bestehend aus 20 bis 30 je von einem Pferd gezogenen Fuhrwerken, welche mit einer Ladung von etwa 450 kg in einer Reihe hintereinander fahren. Bei gutem Wetter geht die Beförderung auf der nicht befestigten Strafse ohne Anstand von statten, während bei anhaltendem Regenwetter die Räder bis zur Achse einsinken und an ausgetretenen Bächen der ganze Zug tagelang still liegen mufs. Ein Blick auf die zweckmäfsige, aber äufserst einfache, der Anwendung von Eisen durchaus entbehrende Bauart der Fuhrwerke zeigt, dafs wir hier eine Bildungsstufe vor uns haben, die im Laufe von Jahrhunderten sich nicht geändert hat, und so können diese Strafsen heute noch ein Bild davon abgeben, wie auch in unseren Gegenden, vor Anlage von Kunststrafsen, die Verkehrswege und Fuhrwerke beschaffen waren.

Nach Curtius sollen die Griechen bei Felsboden in der Art Strafsen angelegt haben, dafs im Fels Rinnen ausgehauen wurden, die für die Räder als Spuren gedient haben, so dafs immer nur ein Wagen die Strafse benutzen konnte und das Vorbeifahren der Fuhrwerke an besonderen Ausweichstellen stattfinden mufste. Wir hätten hier eigentlich die älteste Form der Spurbahn vor uns, die hiernach in der Geschichte fast so weit zurückreicht, als der Strafsenbau selbst.[2]) In den Steppen Sibiriens wird bei starken Schneeanhäufungen auf den Strafsen nach und nach ein Streifen von Wagenbreite festgefahren, welcher als einziger brauchbarer Verkehrsweg dient, so dafs beim Begegnen zweier Wagenzüge aufserhalb der Ausweichstellen oft harte Kämpfe zwischen den Wagenführern entstehen, wie es bei den erwähnten griechischen Spurwegen wohl auch vorgekommen sein mag.

Wege der beschriebenen Art sind für gröfseren Frachtverkehr nicht mehr verwendbar, namentlich nicht zur Beförderung schwerer Gegenstände; man verlangt vielmehr von einer vollkommenen Strafse, dafs sie bei jeder Witterung benutzbar ist, und dafs schwer belastete Wagen nicht einsinken. Die Strafse mufs im Querprofil eine solche Form erhalten, dafs das Regenwasser abfliefst, das Strafsenplanum mufs durch Seitengräben trocken erhalten werden, die eigentliche Fahrbahn mufs aus einem Material hergestellt sein, welches im Wasser nicht erweicht, somit eine Befestigung erhalten, das Längenprofil der Strafse mufs so beschaffen sein, dafs bei Ansteigungen die Zugkraft nicht zu sehr vermehrt werden mufs. Für den Personenverkehr endlich mufs die Bauart der Fuhrwerke in der Weise eine Änderung erleiden, dafs ein elastisches Mittel zwischen Untergestell und Wagenkasten eingeführt wird, welches den Zweck hat, die Stöfse zu mäfsigen und das Fahrzeug wie auch die Strafse selbst zu schonen.

Nicht minder erfordert eine Kunststrafse als Hauptbedingung eine ununterbrochene Unterhaltung der Fahrbahn, also eine geregelte Strafsenverwaltung, die nur bei Völkern höherer Bildungsstufe mit geordnetem Staatswesen möglich ist. Eine nicht sorgfältig unterhaltene Kunststrafse ist im höchsten Mafse mangelhaft; sie ist schlechter als ein blofser Erdweg, und die Beispiele sind nicht selten, wo kunstgerecht angelegte Strafsen, welche infolge langer Kriegsjahre vernachlässigt wurden, gänzlich unbrauchbar geworden sind.

Hiernach dürfte es einleuchtend sein, dafs es lange Zeit gedauert hat, bis aus blofsen Verkehrswegen eigentliche Kunststrafsen sich herausbildeten; es hängt dies wesentlich mit dem Entwickelungsgange der Volksbildung zusammen, und spiegelt sich das eine in dem anderen wieder.

---

[2]) Vergl. Dietrich, Steinstrafsen, S. 2, auch Haarmann, Das Eisenbahngleis. Leipzig 1891. Bd. I, S. 5. — Merckel, Die Ingenieurtechnik im Altertum. Berlin 1899. S. 218, 251.

Es wäre für den Ingenieur sehr lehrreich über die allmähliche Entwickelung der Kunststrafsen, namentlich über die Anordnung der Fahrbahnbefestigung, wie sie zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Ländern ausgeführt worden ist, näheres zu erfahren. Es fehlt nicht an Nachrichten über ausgeführte Strafsenzüge und Verbesserung solcher, aber von Konstruktionseinzelheiten ist wenig bekannt geworden, und selbst die technische Ausführung der aus der Römerzeit stammenden ausgedehnten Heerstrafsen, welche das ganze Reich nach allen Richtungen durchzogen, ist nur unvollständig erforscht.

Nach den Überresten alter Strafsen zu urteilen, welche an vielen Orten sich erhalten haben, dürfte es nicht zweifelhaft sein, dafs die Belegung der Strafsenoberfläche mit glatten, mehr oder weniger sorgfältig aneinandergepafsten Steinen, somit eine Pflasterung der Strafsenoberfläche, als die erste Form der Kunststrafse zu betrachten ist.

Dagegen bezeichnet die jetzt fast durchaus bei Landstrafsen angewendete Beschotterung oder Chaussierung eine erst viel später angewendete Form der Strafsenbefestigung. Der Grund wird wohl darin liegen, dafs eine chaussierte Strafse nur bei steter sorgfältiger Unterhaltung fahrbar bleibt, während ein mangelhaft unterhaltenes Pflaster für das Befahren zwar sehr unbequem wird, aber auch bei schlechtem Wetter immer noch das Fortkommen ermöglicht.

Von den Römern wurden zwar bei ihren Strafsenbauten häufig zerschlagene Steine angewendet; diese sind aber meist mit Hilfe von Mörtel zu einer Art von Beton verarbeitet, und scheint doch bei Hauptstrafsen die oberste Strafsendecke aus einem Pflaster bestanden zu haben.[3]) Dies zeigen auch die in Pompeji ausgegrabenen Strafsen, welche mit Steinplatten aus Lava abgedeckt sind, auf denen sich noch die Wagenspuren zeigen, ferner die Ausführungen der jetzigen italienischen Strafsen, welche in ihrer von sonstigen Strafsenbauten stark abweichenden Ausführungsweise offenbar auf eine aus älterer Zeit übernommene Bauart hinweisen (vergl. Kap. II, § 5).

Auch die Überreste alter Strafsen über die Alpenpässe (Gotthard) mögen hier erwähnt werden, deren Steinbahn aus einem etwa 2 **m** breiten Pflaster besteht. Diese Pässe werden zwar häufig nur als Saumpfad gedient haben, sind aber wohl auch von Fuhrwerken benutzt worden.

In den Steppen Südrufslands sind einzelne durch sumpfige Niederungen führende Strafsenstrecken gepflastert. Bei trockenem Wetter vermeidet der Fuhrmann sorgfältig den harten, schlecht erhaltenen Pflasterweg, bei nasser Witterung aber bietet dieser die einzige Möglichkeit für die Fortschaffung der Fuhrwerke.

Die erste Anwendung des Steinschlages zur Strafsenbefestigung ist nicht bekannt, sie fällt wohl schon ins 17. oder 18. Jahrhundert, als man überhaupt begann, dem seit Aufhören der Römerherrschaft ganz in Verfall geratenen Strafsenbau wieder mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden. Zweckmäfsige Ausführungsweisen für chaussierte Strafsen scheinen zuerst in Frankreich von Trésaguet (1775), später in England durch Mac Adam (1820) angewendet worden zu sein, die sich von den jetzt üblichen nicht wesentlich unterscheiden (vergl. § 12).

Ein weiterer Unterschied der jetzigen Kunststrafsen gegenüber den früheren Verkehrswegen liegt in ihrer zweckmäfsigeren Trassierung. Man legte früher kein Gewicht auf gleichmäfsige, der wirtschaftlichen Ausnutzung der Zugkraft entsprechende

---

[3]) Vergl. Steenstrup, Landstrafsen. Kopenhagen 1843. S. 109. — Merckel, Die Ingenieurtechnik des Altertums. Bau der Via Appia 312 v. Chr. Berlin 1899. S. 238, 241.

Steigung und auf Vermeidung von Gegengefällen; namentlich die römischen Strafsen waren in dieser Beziehung fehlerhaft angelegt.

Richtige Grundsätze für die Trassierung der Landstrafsen stammen erst aus dem Ende des 18. oder dem Anfang des 19. Jahrhunderts; es ist in dieser Beziehung Frankreich vorangegangen, was damit zusammenhängt, dafs dort zuerst Schulen entstanden sind, in welchen tüchtige Fachmänner erzogen und ausgebildet wurden. Viel später erst wurden Strafsen nach richtigen Grundsätzen in Deutschland und England gebaut, man sieht es jetzt noch in Deutschland vielen Landstrafsen an, dafs sie aus mehr oder weniger planlos angelegten Feldwegen entstanden sind, und infolge dessen unnötige Umwege, Steigungen und Gegensteigungen aufweisen.

Einen günstigen Einflufs bezüglich richtiger Trassierung übte sicher der Bau der Alpenstrafsen aus, der in die erste Hälfte des vorigen Jahrhunderts fällt. Einige dieser Strafsen (Simplon, Mont Cenis) sind von Napoleon I. angelegt, am Bau der übrigen haben sich schweizerische, italienische und österreichische Ingenieure beteiligt. Zeigen diese Alpenpässe auch noch manche Fehler in der Anlage (am Gotthard, erbaut 1820 bis 1830, kommen noch Gegengefälle und Steigungen bis zu 12% und mehr vor), so sind doch die Leistungen mit Rücksicht auf den damaligen Stand der Ingenieurwissenschaften bewundernswürdig, allerdings können sie die Vergleichung mit den der neuesten Zeit angehörigen Alpenstrafsen (Axenstrafse, Finstermünzpafs u. a.) nicht aushalten.

Auffallend erscheint es immerhin, dafs erst seit ungefähr einem Jahrhundert eigentliche Kunststrafsen bestehen, während Brückenbauten, welche den heutigen an Zweckmäfsigkeit und Schönheit nichts nachgeben, schon aus den ältesten Zeiten bekannt sind.[4])

Man kann somit wohl mit Recht sagen, dafs die auf richtigen Grundsätzen beruhende Herstellung von Landstrafsen und städtischen Strafsen eine Errungenschaft der Neuzeit ist.

Nicht unerwähnt bleiben darf hier, dafs in der neuesten Zeit immer vermehrte Sorgfalt der Unterhaltung der Strafsen zugewendet wird und dafs namentlich hierauf die grofse Vollkommenheit beruht, welche unsere Strafsen immer mehr aufweisen. Während vor 20 Jahren nur ausnahmsweise, bei wichtigen Verkehrsstrafsen, die Anwendung der Dampfwalze zur Unterhaltung versucht wurde, ist diese jetzt fast ganz allgemein in Verwendung und sogar Körperschaften und Gemeinden bedienen sich ihrer mit Vorliebe. Man darf wohl sagen, dafs heute nicht nur der Neubau der Strafsen, sondern auch die Unterhaltung unter der Herrschaft der Dampfstrafsenwalze steht.

Diese allgemeinen Bemerkungen über die Entwickelung des Strafsenbauwesens mögen für unsere Zwecke genügen, nähere geschichtliche Angaben über den Bau der Strafsen und die Ausbildung der Strafsenverwaltung sind in den unten angegebenen Werken zu finden.[5])

2. Der Strafsenbau nach Einführung der Eisenbahnen. Dadurch, dafs in allen gebildeten Ländern nicht nur einzelne Eisenbahnen, sondern ganze Netze solcher entstanden sind, ist der Landstrafsenbau zwar nicht in den Hintergrund gedrängt, aber doch in andere Bahnen gelenkt worden. Je nach dem Bildungszustande, in dem die

[4]) In dem Werke von Bavier, Strafsen der Schweiz, finden sich mehrere Zeichnungen von ganz zweckmäfsig konstruierten Holzbrücken aus dem 15. und 16. Jahrhundert, welche teilweise noch auf unsere Zeit gekommen sind (Bavier, Taf. IX bis XI).

[5]) Steenstrup, Landstrafsen. Kopenhagen 1843. S. 1 u. ff. — Bär, Wasser- und Strafsenbau-Verwaltung im Grofsherzogtum Baden. Karlsruhe 1870.

betreffenden Länder sich befanden, war die Wirkung eine verschiedene. Da wo die Eisenbahnen in zusammenhängendem Netz ausgeführt sind, haben sie den Verkehr zwischen gröfseren Handelsplätzen vollständig an sich gezogen, eine natürliche Folge der gröfseren Schnelligkeit und der gröfseren Wohlfeilheit der neuen Beförderungsart; in solchen Gegenden kann die Strafse auf gröfseren Entfernungen den Wettbewerb mit der Eisenbahn nicht mehr aufrecht erhalten, weshalb der Verkehr auf den grofsen früheren Heerstrafsen ganz bedeutend zurückgegangen ist.

Jeder, der Eisenbahnen gebaut hat, wird Gelegenheit gehabt haben, Beobachtungen dieser Art kurz nach der Eröffnung der Bahn anzustellen, es darf aber hieraus nicht gefolgert werden, dafs nach Herstellung eines Bahnnetzes die Strafsen eine untergeordnete Bedeutung erlangt haben und die Herstellung neuer Strafsen oder Verbesserung älterer überhaupt nicht mehr nötig sei. Im Gegenteil wird man die Wahrnehmung machen, dafs zwar auf den gleichlaufend mit einer Bahn sich hinziehenden Strafsen der durchgehende und der Frachtverkehr auf gröfsere Entfernungen abnimmt, dafs dagegen der Verkehr auf den zur Bahn führenden Verbindungswegen sich hebt, indem erst durch Anlage der Bahn die Beförderung gewisser Güterklassen möglich und gewinnbringend wird. Wenn beispielsweise die Bausteine einer Gegend vor Herstellung einer Bahn der grofsen Frachtkosten wegen nur auf einige Stunden Wegs verführt werden konnten, so ist das jetzt auf die 10 bis 20fache Entfernung möglich, wenn entsprechende Zufahrtsstrafsen vorhanden sind. Daher mufs die Strafse, welche vom Bezirk der Steinbrüche nach der Eisenbahnstation führt, kunstgerecht hergestellt werden, um die Frachtkosten auf das geringste Mafs zu vermindern und so die Fähigkeit des Wettbewerbes der Bausteine auf möglichst grofse Entfernungen hin zu erreichen. Es müssen ferner die Bahnhöfe einer Bahnanlage mit den umliegenden Ortschaften in kürzeste Verbindung gesetzt werden, um die Zu- und Abfuhr von Rohstoffen, Waren und sonstigen Erzeugnissen möglichst zu erleichtern und die Frachtkosten herabzudrücken. Ein Wegnetz der Zukunft hat sich an das Bahnnetz derart anzuschliefsen, dafs die weiten Maschen des Bahnnetzes in engere Strafsenmaschen zerlegt werden; lange gerade durchgehende Wegstrecken sind aber nicht mehr nötig, mit einem Worte: die Strafsen haben jetzt nur dem örtlichen, nicht mehr dem Durchgangsverkehr zu dienen. Auf Ausnahmen werden wir weiter unten hinweisen.

Eine Anschauung der jetzigen Verhältnisse geht am deutlichsten aus einer Verkehrskarte eines Strafsennetzes hervor. In der Nähe grofser Städte ist der Verkehr auf den Landstrafsen gewöhnlich sehr grofs, nimmt aber in kurzer Entfernung von der Stadt ganz wesentlich ab und hebt sich erst bei Annäherung an einen anderen Verkehrsmittelpunkt wieder (s. Abb. 1 u. 2, Taf. I). Der Durchgangsverkehr ist verschwunden und nur noch örtlicher Verkehr herrscht vor, der aber in der Nähe der Städte wohl meist gröfser sein wird, als der frühere Durchgangsverkehr.

In wenig entwickelten Ländern, wo, wie seinerzeit in Amerika, Rufsland u. s. w. Bahnen gebaut worden sind, ehe eigentliche Kunststrafsen vorhanden waren, besteht keinerlei Bedürfnis die Hauptverkehrsmittelpunkte durch Strafsenzüge miteinander zu verbinden, man beschränkt sich hier mit Recht darauf zunächst Zufahrtsstrafsen zur Bahn herzustellen, die sich nach und nach immer mehr in der Umgebung ausbreiten werden. In gebildeten Ländern, die vor dem Bahnbau schon ausgebildete Strafsennetze besafsen, kommt es in neuerer Zeit mehrfach vor, dafs man die Steinbahn der Hauptstrafsen, deren Verkehr sich vermindert hat, durch Verbreiterung der nicht chaussierten Fufswege verengt, um an Unterhaltungskosten zu sparen. Auch fehlt es nicht an

Beispielen, dafs bei früheren Hauptstrafsen, welche infolge der neben ihnen hinziehenden Bahn zu der Bedeutung von Nebenstrafsen herabgesunken sind, der Staat die Unterhaltungspflicht den beteiligten Gemeinden überwiesen hat. Dagegen erwächst der Staatsverwaltung die Pflicht, in denjenigen Bezirken, welche keine Bahn erhalten können, auf Vervollständigung und Verbesserung der Strafsennetze hinzuwirken, weil sie sonst gegenüber den von Bahnen durchzogenen Bezirken empfindlich geschädigt werden.

3. Einteilung der Strafsen. Man unterscheidet Landstrafsen und städtische Strafsen. Die ersteren zerfallen nach ihrer Bedeutung in verschiedene Klassen, und zwar in: Hauptstrafsen (Staatsstrafsen), Verbindungsstrafsen (Vizinalstrafsen), Gemeindewege, Feld- und Waldwege. Die Hauptstrafsen weisen einen stärkeren Verkehr auf, sie werden meist vom Staate gebaut und unterhalten, während Bau und Unterhaltung der übrigen Strafsen den Körperschaften oder Gemeinden zufällt, da dieselben nur die Verbindung einzelner Orte untereinander und dieser mit der Feldmarkung zu vermitteln haben.

Die städtischen Strafsen haben, wie oben erwähnt, durch das Inslebentreten der Eisenbahnen einen viel gröfseren Verkehr aufzuweisen, als früher, was ja schon damit zusammenhängt, dafs die Bevölkerung der Städte gegenüber der Landbevölkerung eine ganz aufserordentliche Zunahme aufweist, während die Landorte entweder nur geringen Aufschwung zeigen oder in einzelnen Fällen sogar in der Einwohnerzahl zurückgehen. Dieser sich in den Städten häufende Verkehr hat es nötig gemacht, die seither übliche Bauart der städtischen Strafsen zu ändern, überall sehen wir das Bestreben, durch zweckmäfsigere Form des Strafsenprofils, durch Verwendung dauerhafterer Materialien und sorgfältigere Ausführung und Unterhaltung den Zustand städtischer Strafsen zu verbessern. Es ist auch hervorzuheben, dafs städtische Strafsen in neuerer Zeit aufser dem Wagenverkehr auch noch anderen Bedürfnissen entsprechen müssen: Fast jede gröfsere Stadt von 15—20000 Einwohnern hat ein Strafsenbahnnetz aufzuweisen, die Versorgung mit Wasser und Gas, die Entwässerungsanlagen zur Abfuhr des Regen- und Abwassers werden immer weiter ausgebildet, und wenn noch Telephon- und Kabelleitungen hinzutreten, so sind so vielerlei Rücksichten bei Anlage der Strafsen zu nehmen, dafs ihre Ausführungsweise in vieler Beziehung von derjenigen der Landstrafsen abweichen wird. Wir werden deshalb die städtischen Strafsen nach Bau und Unterhaltung im Kap. II abgesondert behandeln, was die Übersicht wesentlich erleichtern dürfte. Es ist diese Trennung namentlich auch deshalb erforderlich, weil bei städtischen Strafsen ganz andere Befestigungsarten der Fahrbahn nötig sind, namentlich aber auch mit Rücksicht auf die veränderte Form des Strafsenquerschnitts.

4. Wettbewerb zwischen Strafsen und Eisenbahnen. Haben wir im obigen dargetan, dafs auch bei vollständig ausgebildetem Eisenbahnnetz der Bau von Verkehrswegen nicht vernachlässigt werden darf, so müssen auch noch Fälle namhaft gemacht werden, wo der Bau von Strafsen dem von Eisenbahnen vorzuziehen sein wird.

Bei Linien mit grofsem durchgehenden Verkehr hat man beim Eisenbahnbau mit Recht höhere Ausgaben und Betriebskosten nicht gescheut, um Gebirgszüge zu überschreiten; dagegen sind öfters schon Bahnen in einem für den Eisenbahnbau wenig geeigneten Gelände mit grofsen Kosten zur Ausführung gelangt, welche vermöge ihrer Lage dem Durchgangsverkehr nicht zu dienen haben, und infolge geringen örtlichen Verkehrs statt eine Rente abzuwerfen, nur das Anlagekapital des Bahnnetzes, zu dem sie gehören, über Gebühr belasten, oder den Unternehmern (Körperschaften oder Gemeinden), welche

sie gebaut oder hohe Beiträge geleistet haben, um den Bau zu ermöglichen, schwere Lasten auferlegen. Es ist ja nicht zu leugnen, dafs durch möglichst einfachen Bau der Bahn, namentlich durch Wahl geringer Spurweite, die Baukosten wesentlich herabgedrückt werden können, aber manche dieser Bahnen wären besser ungebaut geblieben, da die Strafsen den Zwecken des Verkehrs ebenso gut entsprochen hätten.

Auch in der Ebene, selbst starken Verkehr vorausgesetzt, kann die Strafse den Vorzug verdienen, nämlich bei kurzen Entfernungen. Die Förderkosten für das Kilometer werden für die Bahn stets geringer sein, als für die Strafse, aber zu den Frachtkosten der Bahn tritt stets hinzu die Auslage für das Verbringen der Güter zum Bahnhof und für die Beförderung vom Bahnhof zur Verwendungsstelle, sowie bei schmalspurigen Bahnen das Umladen. Die letztgenannten Nebenauslagen können unter Umständen allein schon höher sein, als die ganze Fracht mittels Wagen, insbesondere, wenn die Station nicht günstig für die betreffenden industriellen Anlagen gelegen ist. Der Zeitgewinn, infolge gröfserer Schnelligkeit der Eisenbahnfahrt, geht ohnedies durch das nötige Umladen wieder verloren.

Nehmen wir als Beispiel eine von einer Hauptbahn abzweigende Nebenbahn, welche eine Ortschaft mit gröfserer Fabriktätigkeit mit ersterer in Verbindung setzt, so zeigt die Erfahrung, dafs bei einer Länge der Zweigbahn von nur 3 bis 5 **km** das Landfuhrwerk mit Erfolg mit der Bahn in Wettbewerb treten kann, wozu der Umstand beiträgt, dafs derartige Nebenbahnen höhere Frachtsätze erheben müssen, als Hauptbahnen. Nur dann, wenn die Nebenbahn durch Gleise mit den einzelnen Fabrikanlagen in Verbindung steht, ändert sich die Sachlage, da alsdann die Umladekosten und alle sonstigen mit dem Umladen zusammenhängenden Unzuträglichkeiten entfallen. Im letztgenannten Fall sind auch die kürzesten Zweigbahnen gewinnbringend und zweckmäfsig.[6])

Wenn es sich darum handelt, eine industrielle Anlage mit dem naheliegenden Bahnhof durch ein Gleis zu verbinden, so fallen die Umladungskosten weg, und die Verbindungsbahn wird mit der Strafse jedenfalls in Wettbewerb treten können.

5. Wichtigkeit des Strafsenbaues in der Jetztzeit. Bilden die Eisenbahnen die Hauptadern, durch welche die Bewegung des Völkerverkehrs erfolgt, so sind die Strafsen den Verteilungsadern zu vergleichen, welche in denjenigen Körperteilen am zahlreichsten entwickelt sein müssen, in welchen die gröfste Tätigkeit herrscht. Die Leistungsfähigkeit des Verkehrs eines Landes wird sonach wesentlich von dem guten Zustande und der regelmäfsigen Unterhaltung der Strafsen bedingt und umgekehrt können einem Landesteile durch die Ausbreitung des Strafsennetzes neue Erwerbszweige eröffnet werden. Man kann deshalb mit Recht aus der Beschaffenheit der Strafsen auf die wirtschaftliche Bedeutung und die geordnete Verwaltung eines Gemeinwesens Schlüsse ziehen und die Statistik beschäftigt sich neuerdings auch mit dem Verhältnis der Strafsenlängen zu dem Flächeninhalt und zu der Bevölkerung der verschiedenen Länder.[7])

Ein Bild über die Ausdehnung des Strafsennetzes in verschiedenen Ländern im Verhältnis zu ihrem Flächeninhalte und ihrer Bevölkerung bietet die nachstehende Tabelle I, in welcher die als eigentliche Kunststrafsen (Strafsen mit befestigter Fahrbahn) ausgebildeten Verkehrswege mit Einwohnerzahl und Flächeninhalt des Landes verglichen sind. Die Zahlen der Tabelle machen zwar auf grofse Zuverlässigkeit keinen Anspruch, da aus den vorliegenden statistischen Nachweisen die Beschaffenheit der auf-

---

[6]) Vergl. Launhard, Über die Bauwürdigkeit von Nebenbahnen. Berlin 1898.

[7]) Vergl. Bär, Wasser- und Strafsenbau-Verwaltung im Grofsherzogtum Baden. Karlsruhe 1870. S. 500.

Tabelle I. **Verhältnis der Strafsenlänge in verschiedenen Ländern zu deren Flächeninhalt und Einwohnerzahl.**

Namen der Länder	Provinz- und Bezirks-Strafsen	Kreis- und Gemeinde-Chausseen	Summe	Einwohner	Flächeninhalt in qkm	Einwohner auf das qkm	Strafsenlänge a. d. qkm des Gebiets km	Strafsenlänge auf 10000 Einwohner km	Quellenangabe
Preufsen 1886:									
Ostpreufsen	1824,0	3046,6	4870,6	1 997 000	36994	54	0,132	24,4	Zentralbl d. Bauverw. 1887, S. 494.
Westpreufsen	963,3	2589,3	3552,6	1 564 000	25535	61	0,139	22,7	
Brandenburg mit Berlin	1433,2	3919,8	5353,0	4 998 000	39901	125	0,134	17,2	
Pommern	1794,0	1883,4	3677,4	1 635 000	30126	54	0,122	22,7	
Posen	3323,2	252,7	3575,9	1 887 000	28970	65	0,123	19,0	
Schlesien	2053,0	6440,7	8493,7	4 669 000	40319	115	0,216	18,1	
Sachsen	2029,2	3471,9	5501,1	2 833 000	25255	112	0,218	19,4	
Schleswig-Holstein	2400,8	380,7	2781,5	1 388 000	19004	73	0,146	20,0	
Hannover	3298,0	7397,1	10695,1	2 591 000	38511	68	0,278	41,2	
Westfalen	2486,3	3436,6	5922,9	3 188 000	20221	158	0,293	18,6	
Hessen-Nassau	2793,4	40,7	2834,1	1 898 000	15699	121	0,180	14,9	
Rheinprovinz	6785,5	885,2	7670,7	5 760 000	26995	213	0,284	13,3	
Sigmaringen - Hohenzoll.	229,1	86,2	315,3	67 000	1142	59	0,276	47,1	
Zusammen			65243,9	34 473 000	348658	99	0,187	18,9	
Bayern 1897:									
Staatsstrafsen	6828								
Distriktstrafs. 17 555 **km**, wovon besteint	—	8331	15159	6 176 000	75870	81	0,200	24,6	
Baden 1898:									
Landstrafsen	3100								
Kreisstrafsen		1261	10543	1 868 000	15081	124	0,699	56,4	
Gemeindewege		6182							
Württemberg 1899:									
Staatsstrafsen	3087*	rd.							* Jahresbericht 1897/99.
Kreis- u. Gemeindewege	—	12200	15287	2 169 000	19514	111	0,783	70,4	
Schweiz 1878:									
Staats- u. Kantonalstr.	—	—	32300	3 315 000	41469	80	0,778	97,4	Allg. Bauz. 1903, S. 54.
Österreich 1900:									
Acrareal, Land- u. Bezirksstrafsen u. Gemeindew.	—	—	—	26 151 000	300190	87	0,406	46,7	„
Ungarn u. Croatien 1889	—	—	—	19 255 000	325000	60	0,285	48,2	„
Herzegowina und Bosnien 1900	—	—	—	1 568 000	51027	30,7	0,106	6,22	„
Frankreich: Staatsstrafs. *(routes nationales)* 1902.	38082	nicht bekannt	-	38 596 000	536408	72	0,07	9,8	Ann. d. ponts et chauss. 1902 II. S. 260.

gezählten Strafsen häufig nicht zu ersehen ist, und wohl diese oder jene Strafse als besteint aufgeführt wurde, die es gar nicht ist. Immerhin können die in der Tabelle enthaltenen Zahlen ein Bild der Ausdehnung des Strafsennetzes darbieten.

Von den preufsischen Provinzen zeigt die gröfste Strafsenlänge auf 10000 Einwohner Sigmaringen-Hohenzollern, auch auf die Einheit des Gebiets ist die Kilometerzahl nahezu die gröfste, nur Hannover und Westfalen weisen um weniges höhere Zahlen auf. Auffallend ist, dafs die Durchschnittszahlen für Preufsen ganz wesentlich niedriger

sind als diejenigen für Bayern, Württemberg und Baden. Auch Österreich hat wesentlich mehr Strafsen als Preufsen. Es dürfte dies damit zusammenhängen, dafs im nördlichen Deutschland Materialien zur Befestigung der Strafsenfahrbahnen in viel geringeren Mengen vorhanden sind als im Süden, und die Anlage von Kunststrafsen gröfsere Summen erfordert.

Die weitaus gröfste Zahl von Strafsen weist die Schweiz auf. Bei nahezu gleicher Dichtigkeit der Bevölkerung wie Preufsen ist die Zahl der Strafsen auf das Quadratkilometer mehr als viermal so grofs, bezüglich der Einwohnerzahl sogar etwa das Fünffache.

Von Frankreich konnten nur die Staatsstrafsen *(routes nationales)* aufgenommen werden, die Zahl derselben entspricht ungefähr derjenigen von Bayern, wo auf ein Quadratkilometer 0,09 **km** und auf 10000 Einwohner 11,0 **km** Staatsstrafse treffen.

Es haben somit, auch abgesehen von den Fällen, wo Strafsen den Vorzug vor Eisenbahnen verdienen, die ersteren ihre volle Berechtigung, sie sind eigentlich notwendiger als vorher, denn sie haben den Bahnen den Verkehr zuzuführen, sie müssen bei den gesteigerten Verkehrsansprüchen der Jetztzeit besser und sorgfältiger gebaut sein, und auch solche Orte in das Strafsennetz hereinziehen, die früher kaum einer Strafsenverbindung bedürftig waren.

6. Belästigung des Verkehrs durch Chausseegelder u. s. w. Bei den Eisenbahnen sind die Anlage- und Unterhaltungskosten so grofs, dafs aufser den eigentlichen Frachtkosten die Verzinsung des Anlagekapitals und die Bahnunterhaltung als Zuschlag zur Fracht vom Benützer der Bahn erhoben werden mufs. Bei Landstrafsen bildet in vielen Fällen das Chausseegeld oder Pflaster- und Brückengeld, das von den die Strafse benutzenden Fuhrwerken erhoben wird, den Ersatz für die Unterhaltungskosten; die Erhebung der Chausseegelder ist aber an sich schon sehr störend für den Verkehr, und da, wie eben bemerkt, die Strafsen einen solch integrierenden Bestandteil eines geordneten Staates bilden und in jeder Beziehung dem Gemeinwesen selbst dienen, so sollte ihre Unterhaltung auch vom Staat oder den beteiligten Bezirken oder Gemeinden getragen werden, je nachdem sie die Bedeutung von Staats- oder Vizinalstrafsen haben (s. oben). In vielen Ländern sind auch die Chausseegelder gesetzlich abgeschafft; wo es noch nicht der Fall ist, sollte die Gesetzgebung auf ihre Beseitigung hinarbeiten. Der Einwand, dafs man dann mit demselben Rechte auch die Eisenbahnen der freien Benutzung der Interessenten überlassen müsse, wird nicht nur durch die erheblich gröfseren Anlage- und Unterhaltungskosten, sondern auch dadurch widerlegt, dafs die Anwohner der Bahn ohnedies schon gegenüber den Bewohnern nicht an der Bahn liegender Orte im Vorteil sind, sowie dafs die notwendige straffe Behandlung des Eisenbahnverkehrs beim Freigeben desselben unbedingt leiden müfste; die Leistungsfähigkeit der Bahnen würde bezüglich des Massenverkehrs sich verringern und Unfälle würden sich häufen.

A. Strafsenfuhrwerke.

§ 2. Ausbildung der wichtigsten Teile der Wagen und ihr Gewicht. Widerstand der Fuhrwerke auf wagerechter und geneigter Strecke. Die Fuhrwerke, welche auf Landstrafsen angewendet werden, sind zweiräderig oder vierräderig, die ersteren, die Karren, werden zur Personenbeförderung selten angewendet, dagegen trifft man sie zum Fortschaffen selbst schwerer Lasten in Frankreich, Italien und Holland

häufig an. Da in Deutschland vorzugsweise nur vierräderige Fuhrwerke, die Wagen, im Gebrauch sind, so werden wir uns vorzugsweise mit den letzteren beschäftigen. Von Einflufs auf die Herstellung der Strafse ist in erster Linie das Untergestell der Wagen; von ihrem Radstand hängt die Schärfe der Strafsenkrümmungen ab, ferner von der Radbelastung die Herstellungsweise der Fahrbahn; in letzterer Beziehung ist auch die Befestigung des Obergestells der Wagen nicht gleichgiltig, indem Fuhrwerke, bei welchen der Wagenkasten mittels Federn an dem Untergestelle aufgehängt ist, die Strafsen weniger angreifen, als solche mit steifer Befestigung.

1. Das **Untergestell der Wagen** besteht aus dem Vorderwagen, welcher sich um eine in der Mitte der Vorderräder befindliche lotrechte Achse frei drehen kann, und dem Hinterwagen, der fest mit dem Wagenkasten verbunden ist. Sämtliche Räder können sich frei um ihre Achse drehen, im Gegensatz zu den Rädern der Eisenbahnwagen, die fest mit der Achse verbunden sind. Das Befahren von Strafsenkrümmungen ist daher möglich, ohne dafs eines der Räder auf der Strafse gleitet.

2. Die **Verbindung von Vorder- und Hintergestell** geschieht durch den Langbaum (oder Langwied) Oa, der mit der hinteren Achse unverrückbar verbunden ist, und durch den Drehpunkt O der Vorderachse geht. An der Achse des Vorderwagens ist die Deichsel cd und an dieser das Wagscheit ef mit den Zugscheiten befestigt, an welchen die Pferde ziehen (vergl. Abb. 1).

Abb. 1. *Wagenuntergestell.*

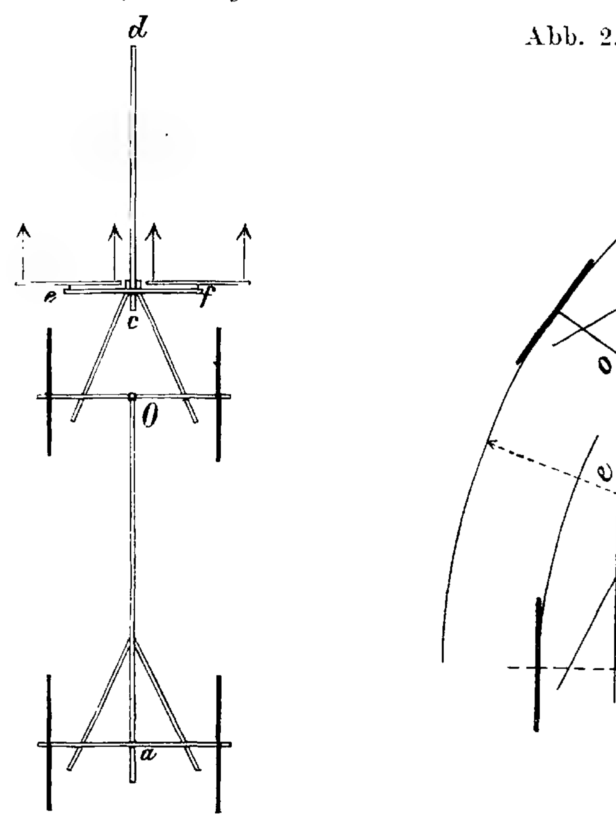
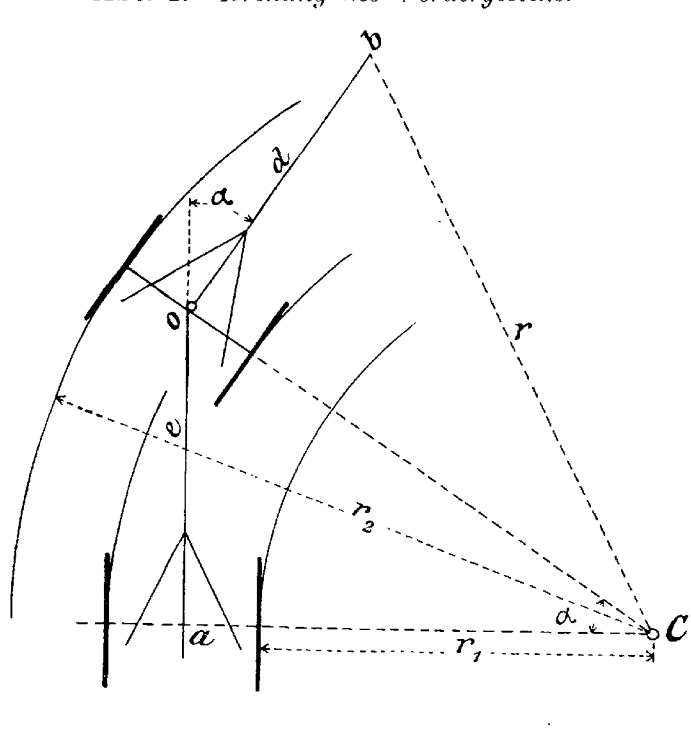


Abb. 2. *Drehung des Vordergestells.*



Der gröfste Ausschlag des Drehwinkels α für das Vordergestell des Wagens bestimmt sich dadurch, dafs bei der Drehung das Rad schliefslich an den Langbaum, bezw. an das Obergestell anstöfst (vergl. Abb. 2). Wenn deshalb die Drehung möglichst grofs sein soll ($max\,\alpha = 90°$), so müssen entweder die Vorderräder so niedrig sein, dafs sie unter dem Langbaum durchgehen, oder der Langbaum mufs eine besondere Ausbildung erhalten. Gewöhnlich treffen diese Bedingungen beim Landfuhrwerk nicht

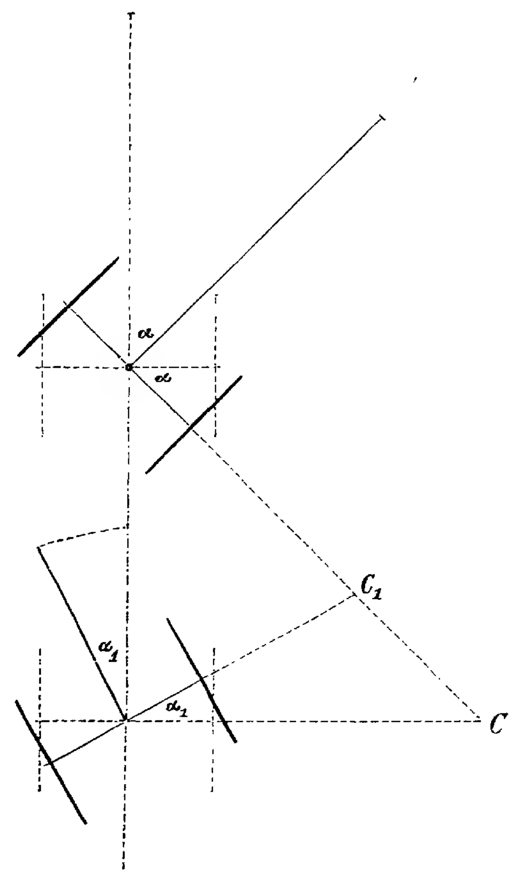
zu, wohl aber bei Luxuswagen und bei Rollfuhrwerk, das zur Warenfracht in Städten dient, damit diese Wagen in den oft schmalen städtischen Strafsen leicht wenden können. Der Langbaum ist dann nach oben abgekröpft, um die Vorderräder durchzulassen. Ist das Vordergestell um den Winkel α gedreht, so beschreibt der Wagen einen Kreis um den Durchschnittspunkt C der verlängerten Achsen und man findet den Halbmesser r des durch die Deichselspitze beschriebenen Kreises (Abb. 2), wenn d die Länge der Deichsel und l den Radstand $a\,O$ des Wagens bezeichnet, aus der Gleichung

$$r = \sqrt{d^2 + CO^2} = \sqrt{d^2 + \frac{l^2}{\sin^2 \alpha}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1.$$

Die Wege, welche die einzelnen Räder beschreiben, sind, wie aus Abb. 2 hervorgeht, wesentlich voneinander verschieden im Gegensatz zu den auf Gleisen sich bewegenden Wagen, und zwar um so mehr, je kleiner der Halbmesser der Strafse oder je gröfser der Drehwinkel α ist. Ein auf gekrümmter Strafse sich bewegender Wagen erfordert deshalb einen gröfseren Raum auf dem Strafsenplanum als die Wagenbreite, was namentlich bei den scharfen Biegungen der städtischen Strafsen (Strafseneinmündungen) und bei Wendeplatten von Landstrafsen in Betracht zu ziehen ist. Wir werden bei Bestimmung der Krümmungshalbmesser von Strafsen und der erforderlichen Strafsenbreiten hierauf zurückkommen.

Ein vierräderiger Wagen wird dadurch noch leichter lenkbar, dafs man auch die Hinterachse drehbar macht, wovon bei den Wagen zur Beförderung von Langholz Anwendung gemacht wird. Soll das Hintergestell der Wagen beweglich angeordnet werden, so ist dessen Verbindung mit dem Langbaum zu lösen, und eine Art Deichsel am Hintergestell (die Schwicke) anzubringen, die von einem Arbeiter so gedreht wird, dafs die hinteren Räder den richtigen Weg verfolgen. In der Regel werden aber zur Beförderung langer Stämme (20 bis 30 m) die gewöhnlichen Wagen benutzt, das Hintergestell wird vom Vordergestell getrennt, und ersteres so weit nach hinten verschoben, dafs etwa $^1/_3$ der Stammlänge nach hinten überragt, sodann wird der Langbaum mittels Ketten u. s. w. an den Holzstämmen befestigt. Soll geschwickt werden, so wird die Verbindung gelöst und der Langbaum nach der einen oder anderen Seite unter den Holzstämmen vorgezogen (vergl. Abb. 3).

Abb. 3. *Gleichzeitige Drehung des Vorder- und Hintergestells.*



Dadurch, dafs die Hinterachse sich ebenfalls um einen Winkel α_1 dreht (Abb. 3), wird der seitherige Drehpunkt C nach C_1 gerückt, und hierdurch nicht nur der Drehhalbmesser der Räder verkleinert, sondern aufserdem noch erreicht, dafs beide Räder sich nahezu in denselben Bahnen bewegen. In bergigen Gegenden, wo die Anlage von Strafsenwendungen ohnedies Schwierigkeiten bietet, können hierdurch die Halbmesser der Wendeplatten und die Strafsenbreite beträchtlich ermäfsigt werden.

Gröfse des Drehwinkels. Der Drehwinkel des Vordergestells beträgt bei gewöhnlichem Lastfuhrwerk etwa 30°, bei Langholzfuhrwerk kann etwas mehr gerechnet werden, da hier die Stämme meist in geringerer Breite geladen sind, als das Wagenobergestell beim Lastfuhrwerk beträgt; man kann hier etwa 40° annehmen. Das Hintergestell ist dagegen des gröfseren Durchmessers der Hinterräder wegen weniger drehbar.

An einem Erntewagen wurde gemessen $\alpha = 27° 40'$, wobei die Vorderräder an die Leiterbäume des Obergestells anstiefsen, ferner bei einem Langholzwagen $\alpha = 48°$, $\alpha_1 = 39°$, wobei jedoch nur ein Stamm die Ladung bildete. Für die Praxis sind die Angaben des § 8 mafsgebend.[8])

3. Herstellungsweise der Räder. Hat die Anordnung der Wagenuntergestelle im allgemeinen Einflufs auf die Krümmungsverhältnisse der Strafsen, so bedingt die Herstellungsweise der Räder im besonderen die Gröfse des Zugwiderstandes der Fuhrwerke und ist nicht ohne Einflufs auf die Strafsenunterhaltung. Die Räder sind meist aus Holz hergestellt und bestehen aus drei Teilen, der Nabe, den Speichen und dem Radkranz oder den Felgen.

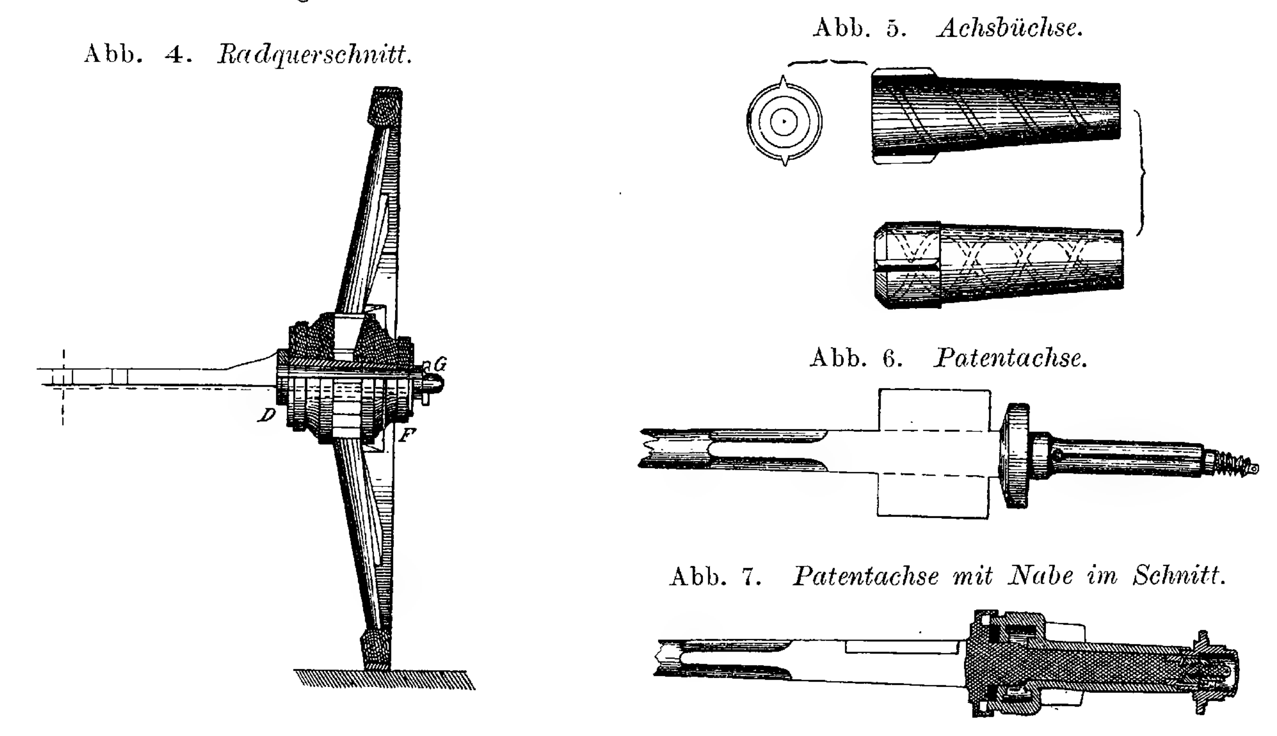


Abb. 4. *Radquerschnitt.*

Abb. 5. *Achsbüchse.*

Abb. 6. *Patentachse.*

Abb. 7. *Patentachse mit Nabe im Schnitt.*

Die Nabe ist mit einem metallenen Futter versehen, die Speichen sind in die Nabe eingesteckt, ebenso am anderen Ende in die Felgen, welche aus einzelnen Stücken bestehen, die aufsen durch einen eisernen Ring, den Radreif, zusammengehalten werden. Um das Aufspalten der Nabe zu verhindern, ist sie vorn und hinten mit eisernen Bändern versehen; aufserdem erhält sie eine Schmiervorrichtung, die entweder für feste oder für flüssige Schmiere eingerichtet ist. Die Nabenbüchse mufs im letzteren Falle allseitig geschlossen sein, um das Auslaufen der Schmiere zu verhindern. Die Abb. 4 zeigt ein gewöhnliches Rad im Querschnitt, ferner Abb. 5 die Einzelheiten der Achsbüchse; Abb. 6 und 7 stellen eine Patentachse dar. Die Achse wird in der Nabe festgehalten, nach innen durch eine meist angeschweifste Scheibe, die Stofsscheibe D, nach aufsen durch die Lünzscheibe F und den Vorstecker oder Lünzzapfen G. Zwischen beiden ist bei gewöhnlichem Fuhrwerk ein Spielraum vorhanden, um den Rädern auf ausgefahrenen Strafsen eine kleine Seitenbewegung zu gestatten. Zur Erleichterung der

---

[8]) Vergl. hierüber auch Hayer, Abstecken der Serpentinen. Tharander Forstl. Jahrbuch 1876, S. 27.

letzteren wird meist der Achsschenkel etwas kegelförmig geformt; je besser die Fahrbahn, um so geringer die erforderliche Kegelform.

Wie aus Abb. 8 hervorgeht, stehen die Speichen nicht senkrecht auf dem Achsschenkel, sondern sind nach aufsen geneigt, so dafs Speichen und Felgen miteinander eine Kegelfläche bilden, deren Achse nicht wagerecht, sondern nach unten geneigt ist. Man nennt diese Neigung der Speichen gegen den Achsschenkel den Sturz der Speichen, und die Neigung des Achsschenkels gegen die Wagerechte die Unterachsung. Der Sturz der Speichen steht zunächst mit der Unterachsung im Zusammenhang, insofern diejenige Speiche, welche gerade die Last des Wagens auf die Strafse überträgt, möglichst lotrecht stehen mufs, damit die Achse nicht auf relative Biegungsfestigkeit in Anspruch genommen wird. Die Speiche mufs deshalb gegen den Achsschenkel nahezu gleich geneigt sein, wie dieser gegen die Wagerechte.

Abb. 8. *Unterachsung und Speichensturz.*

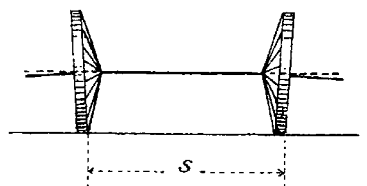
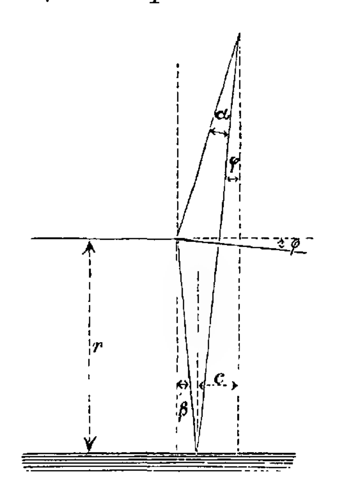


Abb. 9. *Mafs des Speichensturzes.*



Der Zweck der Unterachsung ist nun einfach der, das Rad nach innen zu drücken, um bei seitlichen Stöfsen, welche bei unebenen Strafsen nicht fehlen, das Herabfallen des Rades von der Achse unmöglich zu machen, bezw. den Lünzzapfen zu entlasten.

Aus dieser Anordnung von Achse und Rad ergibt sich für letzteres der Vorteil, dafs das einen Kegel bildende Rad durch scharfes Aufziehen des Radreifen grofse Steifigkeit erhält, im Gegensatz zu dem eine ebene Scheibe bildenden Rade, das den Seitenstöfsen nur die Biegungsfestigkeit der in der Nabe eingesteckten Speichen entgegensetzen kann.

Um dem Rade etwas Elastizität zu geben, ist meist die Achse etwas weniger geneigt, als die Speiche. Bezeichnet in vorstehender Abb. 9: α den Sturz der Speichen, φ den Winkel der Unterachsung, β den Winkel der tragenden Speiche mit der Lotrechten, so ist $\alpha - \beta = \varphi$, das Mafs der Unterachsung somit um den Winkel β kleiner als der Speichensturz.

Nach Rühlmann[9]) beträgt das Mafs des Speichensturzes rd. $^1/_{12}$, somit $\alpha = 4^\circ\, 46'$, durch genaue Messung an einer Patentachse hat sich ergeben: $\varphi = 4^\circ\, 20'$, somit $\beta = 26'$, eine ziemlich kleine Gröfse.

Als Nebenzweck der Unterachsung ergibt sich ferner, dafs durch das Hinaushängen der Speichen im oberen Teil des Rades etwas mehr Raum für den Wagenkasten geschaffen und dafs der Kot beim raschen Fahren seitwärts geschleudert wird. Aus der Abb. 9 ergibt sich als Unterschied des lichten Abstandes der Radfelgen oben und unten $2\,c = 2 \,.\, 2\, r\, tang\, \varphi$ und für die obigen Zahlenwerte, wenn $r = 0{,}5$ m angenommen wird: $2\,c = 0{,}16$ m, welches Mafs der Breite des Wagenobergestells zugute kommt.

Je ebener und glatter die Strafsenoberfläche ist, um so kleiner kann nach obigem die Unterachsung sein, deshalb ist auch für das auf gute Strafsen berechnete Luxusfuhrwerk der Sturz häufig sehr gering.

Auch bei schwerem Frachtfuhrwerk mit breiten Felgen wird häufig nur eine schwache Neigung der Achsschenkel angenommen. Um den Rädern genügende Steifig-

[9]) Rühlmann, Allg. Maschinenlehre. III. Bd.

keit zu geben, sind aber dann abwechselnd die Speichen nach der einen und anderen Seite geneigt, und werden die Seitenstöſse je nach der Richtung von dem einen oder anderen Felgensystem aufgenommen.

4. Spurweite und Raddurchmesser. Unter Spurweite *s* eines Wagens versteht man den Abstand der Radreifen von Mitte zu Mitte oder den lichten Abstand vermehrt um die Felgenbreite (s. Abb. 8), die Spurweiten sind im allgemeinen nicht sehr verschieden, und schwanken etwa zwischen 1,1 bis 1,9 m. Je gröſser die Spurweite, desto gröſsere Standsicherheit besitzt der Wagen gegen das Umfallen. Bei gut unterhaltenen Straſsen kann deshalb die Spurweite geringer genommen werden.

Lastwagen erhalten zweckmäſsig Spurweiten von 1,50 m und mehr, für Personenwagen genügt als gröſster Wert 1,45 m. Droschken erhalten häufig für die Vorderräder geringere Spurweiten, als für die Hinterräder. Der Zweck der Einrichtung ist der, das leichtere Drehen des Wagenvordergestells zu ermöglichen (vergl. Tabelle IV, S. 19).

In einigen Ländern ist die Spurweite gesetzlich vorgeschrieben, wohl mit Rücksicht darauf, daſs die Wagenbreite ein gewisses Maſs nicht übersteige. Für Preuſsen beträgt sie 4′ 10″ von Mitte zu Mitte der Radreifen = 1,52 m. In Süddeutschland sind die Spurweiten geringer, gewöhnlich nur 1,20 m (vergl. hierüber Tabelle IV).[10])

Der Raddurchmesser ist sehr veränderlich, meist aber bei den Vorderrädern um etwa 20 % kleiner als bei Hinterrädern. Es hängt dies damit zusammen, daſs bei kleinem Durchmesser der Vorderräder ein gröſserer Drehwinkel des Vordergestells und leichtere Lenkbarkeit der Wagen erzielt wird, wie schon S. 10 erwähnt. Je gröſser der Durchmesser der Räder, desto kleiner ist der Bewegungswiderstand der Fuhrwerke, die Vorderräder haben etwa 0,7 bis 0,9 m, die Hinterräder 0,8 bis 1,2 m Durchmesser.

5. Breite der Radfelgen. Wichtiger ist die Breite der Radfelgen, indem sie einen Einfluſs auf die Abnutzung der Straſse ausübt. Sie muſs in passendem Verhältnis zum Gewicht des Wagens stehen; zu schmale Felgen verlangen eine gröſsere Zugkraft und greifen die Straſse mehr an als breitere. Es wäre aber nicht richtig, die Felgenbreite der Radbelastung entsprechend zu bemessen, wie man früher geglaubt hat. Über eine gewisse Grenze hinaus bietet eine Vermehrung der Felgenbreite keine Vorteile mehr, eher Nachteile.

Die Gesetzgebung hat sich schon vielfach mit dem Verhältnis der Radbelastung zur Felgenbreite beschäftigt, in neuerer Zeit neigt man aber mehr dem Grundsatze zu, zwar eine geringste Breite der Felgen und eine gröſste Belastung der Wagen, bezw. der Räder vorzuschreiben, sonst aber keine Beschränkungen eintreten zu lassen.[11])

In Frankreich gestattet das Gesetz vom Jahre 1837 eine gröſste Belastung für das Zentimeter Felgenbreite von 100 bis 120 kg für das Rad eines vierräderigen Wagens. Nach anderen Quellen war dort gestattet, jedes Rad eines vierräderigen Wagens auf das Zentimeter Breite mit 125 bis höchstens 200 kg zu belasten, jedoch sollte die gröſste Felgenbreite nicht mehr als 12 cm betragen, so daſs sich die gröſste Belastung eines vierräderigen Fahrzeuges zu 4 . 12 . 200 = 9600 kg ergibt.

---

[10]) Bekanntlich leitet sich die jetzige Normalspurweite der Eisenbahnen von 1,435 m von der Spurweite des zur Kohlenbeförderung benutzten englischen Landfuhrwerks von 4′ 8½″ engl. ab. In Amerika unterscheidet man zwischen groſser Spurweite (*wide track*) und Schmalspur (*narrow track*), erstere 5′ engl. = 1,52 m, letztere 4′ 6″ = 1,37 m, von Mitte zu Mitte der Radreifen gemessen.

[11]) Eine ausführliche Beschreibung der gesetzlichen Bestimmungen über Radfelgenbreite findet sich: Zöller, Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 191, welcher einige der folgenden Angaben entnommen sind.

Diese Vorschriften sind indessen durch das Gesetz vom 10. August 1852 aufgehoben worden; als einzige Beschränkung wurde festgesetzt, dafs Fuhrwerke zur Beförderung von Personen mit nicht mehr als 6, solche für Frachtgüter mit nicht mehr als 8 Pferden bespannt sein dürfen.[12])

In Preufsen sind nach dem Gesetz vom 20. Juni 1887 für vierräderige Fuhrwerke folgende Ladegewichte gestattet:

Tabelle II. **Ladegewichte für vierräderige Fuhrwerke.**

Felgenbreite cm	Ladegewicht kg	Ladegewicht f. d. cm Felgenbreite kg
5 – $6^1/_2$	2000	100
$6^1/_2$—10	2500	96
10—15	5000	125
über 15	7500	125

Bei einem Eigengewicht der Wagen von 2000 **kg** ist somit als schwerstes Wagengewicht 9500 **kg** zulässig. — In Baden ist als einzige Vorschrift das gröfste Wagengewicht zu 10000 **kg** angegeben.

In Württemberg ist für vierräderige Frachtwagen bei einer Bespannung von 3 bis 4 Pferden eine Felgenbreite von $10^1/_2$ **cm**, bei 5 und mehr Pferden von $15^1/_2$ **cm**, vorgeschrieben; dieses Gesetz scheint aber nicht mehr durchgeführt zu werden, da man gewöhnlich Felgen von nur $6^1/_2$ bis 8 **cm** Breite antrifft.

Aus Morins Versuchen ergeben sich folgende Schlüsse über den Einflufs von Felgenbreite und Belastung auf den Angriff der Fuhrwerke auf die Strafsen (vergl. S. 21):

1. Bei gleicher Belastung bringen Räder mit 6 **cm** Felgenbreite auf Schotterstrafsen viel bedeutenderen Schaden hervor, als Räder, deren Felgenbreite 11,5 und 17,5 **cm** beträgt, allein bei letzteren ist der Unterschied unbedeutend. Es ist deshalb zur Schonung der Strafsen nicht erforderlich, eine gröfsere Felgenbreite als 12 **cm** zu verlangen, noch mehr findet dies Anwendung auf gepflasterte Strafsen.
2. Bei gleicher Belastung und gleicher Radbreite greifen die kleineren Räder die Strafsen mehr an, als die mit gröfserem Durchmesser.
3. In Federn gehängte Wagen, welche im Trabe mit 3,3 bis 3,6 **m** Geschwindigkeit in der Sekunde gehen, greifen die Strafsen weniger an, als Fuhrwerke ohne Federn im Schritt.

Gewöhnlich vorkommende Felgenbreiten sind: Postwagen 5 bis 6 **cm**, gewöhnliches Landfuhrwerk 5 bis 6 **cm**, gewöhnliches Lastfuhrwerk 6 bis 7 **cm**, schweres Lastfuhrwerk 8 bis 10 **cm**, gewöhnlich 8 **cm** (vergl. hierüber § 16).

In Amerika[13]) haben die leichten Luxuswagen *(buggy)* Felgenbreiten von nur 26 bis 32 **mm** und es ist nur zu verwundern, dafs trotz dieser geringen Abmessungen die Räder bei der oft sehr schlechten Beschaffenheit der Strafsenbefestigung nicht brechen. Felgen und Speichen bestehen hier aus dem aufserordentlich harten und zähen Hickory-Holz *(caries alba)*, das auch in Europa eingeführt zu werden verdiente.

Die Felgenbreite des Landfuhrwerks *(farm wagon)* beträgt 32 bis 55 **mm**, bei schwerem Fuhrwerke 50 bis 100 **mm** *(log truck)*.

[12]) Vergl. Debauve, Manuel de l'Ingenieur. Routes, S. 39.

[13]) Nach Reisenotizen von 1893.

6. Gröfste Belastung der Fuhrwerke. Für den Ingenieur ist die Kenntnis der gröfsten zulässigen Belastung der Wagen erforderlich, um Anhaltspunkte für Berechnung der im Strafsenzug liegenden Brücken zu haben. Nach obigem beträgt die Belastung eines Rades beim gewöhnlichen Frachtfuhrwerk wohl selten 2500 **kg**; höhere Belastungen können indessen vorkommen, wenn grofse, nicht teilbare Maschinenstücke, wie Dampfkessel u. s. w. auf den Strafsen befördert werden, ferner bei Beförderung der Strafsenwalzen. Die gewöhnlichen Pferdewalzen wiegen bei einer Breite von 1 **m** unbelastet etwa 4 bis 6 **t** und mit Steinen oder Wasser belastet 6,5 bis 8 **t**.

Da in neuerer Zeit auch bei gewöhnlichen Vizinalstrafsen Dampfwalzen immer mehr in Anwendung kommen, so erscheint es angezeigt, bei Berechnung aller Strafsenbrücken eine Belastung durch die Dampfwalzen in Rechnung zu nehmen. Ein bei der württembergischen Strafsenverwaltung im Gebrauch befindliches Modell der Heilbronner Maschinenbaugesellschaft (No. *B B*), mit welchem bis jetzt sehr gute Ergebnisse erzielt worden sind, wiegt 15,0 **t**, wovon 5,5 **t** auf die Vorderwalze, 9,5 **t** auf die beiden Hinterwalzen kommen (vergl. Tabelle IV und § 22). Für Quer- und Längsträger der hölzernen und eisernen Brücken kommt die Achslast in Betracht, für die Hauptträger die Gesamtlast, wobei jedoch die ungünstigste Stellung bei Feststellung der Abmessungen in Betracht zu ziehen ist.

Bei städtischen Strafsenbrücken kann ein Gewicht der Walze bis zu 20 **t** in Rechnung gebracht werden, schwerere Walzen kommen wohl auch vor, aber solche gröfsere Gewichte sind nicht anzuraten, da sie auf die Strafsenbefestigung einen ungünstigen Einflufs ausüben.

Bei Feldwegbrücken dürften Radbelastungen von 1250 **kg** kaum überschritten werden.

Das Eigengewicht der Fuhrwerke mufs bekannt sein, wenn es sich darum handelt, aus dem Gesamtgewicht die Nutzlast abzuleiten, welche die Zugtiere fortzuschaffen imstande sind. Die Verschiedenheit des Gewichtes ist beim Landfuhrwerk gröfser, als bei Eisenbahnwagen. Bezügliche Werte älterer Fuhrwerke mögen aus folgender Tabelle III (nach Bockelberg) entnommen werden:

Tabelle III. **Eigengewichte der Fuhrwerke.**

Art der Fuhrwerke	Zahl der Zugtiere				mehrspännig
	1	2	3	4	
	Gewichte in Kilogrammen				
Leichtes Landfuhrwerk	400	600	—	—	—
Schweres Landfuhrwerk	—	900	—	1200	—
Gewöhnliches Lastfuhrwerk	—	1250	1400	1600	—
Frachtfuhrwerk mit 10 bis 15 cm Felgenbreite	—	2000	—	3000	3500
Postwagen	—	900	1300	1750	—
Kutschen	500	700	900	—	—
Leichter Omnibus	—	1200	—	—	—
Messageriewagen für 16 Reisende	—	—	—	2200	—
Möbelwagen	—	—	—	2200	—
Pferdebahnwagen	—	2000 bis 3000	—	—	—

Die in obiger Tabelle für Frachtfuhrwerk gegebenen Gewichte scheinen etwas hoch zu sein, nach eigenen Erhebungen kann für Lastwagen, deren Tragvermögen 2500 bis 5000 **kg** beträgt, ein Gewicht von 700 bis 1200 **kg** angenommen werden, schwerere Wagen kommen gegenwärtig selten mehr vor (vergl. unten Tabelle IV, S. 19).

7. Automobile. Als besondere Art von Wagen, die in neuester Zeit vielfach Verwendung finden, sind die Motorwagen (Selbstfahrer, Kraftwagen) anzuführen, welche als bewegende Kraft statt der Pferde einen Benzinmotor von 4 bis 20 und mehr Pferdekraft erhalten. Sie werden sowohl für den Personenverkehr, als auch zur Beförderung von Gütern namentlich in städtischen Strafsen verwendet. Es wird zuzugeben sein, dafs noch mancherlei Verbesserungen an diesen Wagen angebracht werden müssen, um ihnen allgemeinere Verwendung zu sichern, aber die Konstruktion dieser Beförderungsmittel ist doch über den einfachen Versuch hinaus, man hat gute Erfahrungen mit ihnen gemacht, und für den Strafseningenieur ist ihre Verwendung insofern von Wichtigkeit, als die Abnutzung und Beschädigung der Fahrbahn durch die Pferdehufe wegfällt, auch die Verunreinigung der Strafsen durch die Abfälle der Zugtiere vermieden wird.

Die in neuerer Zeit in Zeitschriften aufgestellte Ansicht, dafs bald die Automobile die Pferde ganz von den Strafsen verdrängen werden, geht jedoch zu weit, da das Pferd auf Wegen noch fortkommt, die für das Automobil nicht mehr befahrbar sind, auch sind die Anschaffungskosten der Selbstfahrer noch sehr hoch.

Bezüglich der Konstruktion ist hier anzuführen, dafs die für gröfsere Geschwindigkeit gebauten Selbstfahrer für Personenverkehr sich dadurch vom Fuhrwerk für Pferde unterscheiden, dafs die Radreifen durch hohle Gummireifen ersetzt sind, welche sich den Unregelmäfsigkeiten der Fahrbahn besser anpassen und dadurch die Bewegungswiderstände wesentlich ermäfsigen. Diese Gummireifen haben noch den weiteren Vorteil, dafs die Strafsenoberfläche durch die Fuhrwerke weniger angegriffen wird; man hat beobachtet, dafs erst bei Geschwindigkeiten über 30 **km** in der Stunde auch durch die Gummireifen die Chaussierung notleidet (s. übrigens unten). Die Selbstfahrer für Frachtverkehr erhalten Radreifen wie das gewöhnliche Pferdefuhrwerk. Die Spurweite der Selbstfahrer wird eher etwas gröfser bemessen, als die gewöhnlicher Fuhrwerke, da bei der gröfseren Geschwindigkeit der Bewegung eine vermehrte Standsicherheit erwünscht ist.

Bei den Automobilen ist im Gegensatz zum gewöhnlichen Fuhrwerk Vorder- und Hinterachse am Wagen fest, die Lager der Vorderräder sind aber nicht auf der Achse aufgekeilt, sondern am vertikalen Bolzen drehbar, so dafs die Räder schräg zur Vorderachse bezw. zum Wagenkasten sich stellen können. Ein Hebelwerk ermöglicht die gleichzeitige und gleich grofse Drehung der Radachsen, um die Bewegung des Wagens in Kurven zu ermöglichen. Der gröfste Drehwinkel beträgt etwa 20° bis 30°, ist somit kleiner als bei städtischem Fuhrwerk (s. § 2, S. 10) und entspricht etwa demjenigen bei gewöhnlichem Landfuhrwerk.

Die Bewegung des Wagens erfolgt dadurch, dafs durch den Motor die Hinterachse des Wagens in Bewegung gesetzt wird, es ist somit die am Umfang der Hinterräder auftretende Reibung (die Adhäsion) die bewegende Kraft des Wagens. Der Wagen wird daher nicht wie beim gewöhnlichen Fuhrwerk gezogen, sondern geschoben, das Befahren von Strafsenkrümmungen ist deshalb weniger sicher, als bei mit Pferden bespannten Wagen, der geringste Fehler in der Bemessung des Drehwinkels durch den Wagenlenker führt das Automobil vom Wegrand ab und viele Unfälle sind auf diese Weise entstanden.

Es ist noch anzuführen, dafs durch ein Differentialtriebwerk die Hinterräder selbsttätig unmittelbar angetrieben werden und dafs beim Fahren in der Krümmung die Räder mit verschiedener Geschwindigkeit bewegt werden, so dafs ein Schleifen der Räder ausgeschlossen ist. Da beim Automobil der Drehwinkel der Vorderachse kleiner ist, als beim städtischen Fuhrwerk, so können auch Strafseneinmündungen weniger leicht be-

fahren werden, das Umwenden in engen Strafsen ist erschwert. Für das in der Tabelle IV aufgeführte Automobil mit 3,4 **m** Radstand ist eine Fahrbahn von rd. 12 **m** Breite zum Umkehren erforderlich.

Die Gewichte und Abmessungen der Wagen weichen nicht wesentlich von denen anderer Fuhrwerke ab. Zur Vergleichung sind in Tabelle IV die Hauptabmessungen eines Motorwagens für Personenverkehr und eines solchen für Lastverkehr aufgenommen. Der letztgenannte ist mit einem Motor von 6 Pferdekräften versehen; er arbeitet mit 4 verschiedenen Geschwindigkeiten von 2 bis 10 **km**/Stunde und kann bei der kleinen Geschwindigkeit noch Bergwege von 10% überwinden.[14]) Die Motorwagen für Personenbeförderung sind jedoch ihrem Zweck entsprechend mit Motoren von 10 bis 50 Pferdestärken versehen. Ihre Geschwindigkeit ist bekanntlich bei Wettfahrten anfangs bis zu 45 **km**/Stunde, später sogar bis gegen 100 **km** gesteigert worden, offenbar sind aber — etwa abgesehen von der Verwendung im Kriege — derartige Leistungen ganz unnötig, es sollten mit Rücksicht auf die Sicherheit des sonstigen Strafsenverkehrs und die Sicherheit der Bewegung der Kraftfahrzeuge selbst, in bewohnten Orten Geschwindigkeiten von mehr als 12 **km**, auf freier Strafse von mehr als 25 bis 30 **km** nicht zugelassen werden; auch ist zu hoffen, dafs bald durch Gesetze in Deutschland eine Regelung dieser Verhältnisse eintreten wird. Wenn man für Lokalbahnen auf Landstrafsen, die doch den Schienenstrang einhalten müssen, Geschwindigkeiten über 30 **km** nicht zuläfst, so ist es unverständlich, wenn man Automobile, die die ganze Strafsenbreite beherrschen, mit Schnellzugsgeschwindigkeit dahinsausen läfst. Bei derartigen Geschwindigkeiten verlangt ein Kraftfahrzeug eine besondere, für Fuhrwerk und Fufsgänger nicht benutzbare Bahn, die sich aber wohl nur in Ausnahmefällen wird beschaffen lassen.

Nach neueren Erfahrungen sollen die Automobile die Chaussierung der Strafsen sehr stark angreifen, es sollen sich durch die Gummireifen vollständige Gleisrinnen in der Fahrbahn bilden, wenn die Automobile hintereinander dieselben Gleise einhalten.[15]) Es hängt dies offenbar damit zusammen, dafs die Räder nicht einfache Laufräder, sondern Triebräder sind, deren Adhäsion den Zusammenhalt des Schotters aufhebt. Die Stauberzeugung bei grofser Geschwindigkeit ist sehr lästig, und wird man deshalb Automobile nicht zu den Fuhrwerken rechnen dürfen, welche vermöge ihres geringen Gewichts die Fahrbahn wenig in Anspruch nehmen.[16])

8. Abmessungen der Fuhrwerke. Von dem Radstand (Entfernung der Achsen) und der Länge der Wagen hängt die Bestimmung der kleinsten Halbmesser der Strafsen ab, von den Breiten- und Höhenabmessungen der Wagen, die den Durchfahrten und Brücken zu gebenden Weiten u. s. w., auch kommt bei Feststellung der Belastung von Brücken durch die Fuhrwerke der Radstand und die Länge der Wagen samt Gespann in Betracht.

In nachstehender Tabelle IV sind die Hauptabmessungen nebst Eigengewicht und Nutzlast verschiedener meist süddeutscher Fuhrwerke zusammengestellt, welche als Mittelwerte angenommen werden können.

Dem Strafseningenieur am wichtigsten ist von den Werten nachstehender Tabelle die gröfste Breite und Höhe eines Wagens, mit Rücksicht auf das Profil von Durch-

---

[14]) Näheres über den Bau der Selbstfahrer s. Ludw. Rhotert, Schienenloser Betrieb. Leipzig, Engelmann 1900.

[15]) Siehe Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 83.

[16]) Siehe ebenda 1906, S. 473.

Tabelle IV. **Abmessungen süddeutscher Fuhrwerke nebst Angabe des Eigengewichts und der Nutzlast.**

No.	Bezeichnung des Wagens	Raddurchmesser vorn m	Raddurchmesser hinten m	Radfelgenbreite mm	Radstand m	Spurweite vorn m	Spurweite hinten m	Länge des Wagens ausschl. Deichsel m	Breite des Wagens m	Höhe m	Eigengewicht kg	Nutzlast kg	Bemerkungen
1	Gewöhnliches Landfuhrwerk	0,92	1,17	65—70	2,4—3,5	1,15—1,2	1,15—1,2	4,0—5,0	1,75	1,6	600—1000	2000-2500	Zu 1 bis 6. Bei der Wagenlänge ist die Deichsel nicht mitgerechnet und sind hierfür noch etwa 4 bis 5 m, im Mittel 4,2 m zuzuschlagen.
2	Gewöhnl. Ernte- und Heuwagen	0,92	1,17	65—70	3,5	1,15-1,2	1,15—1,2	5,0	3,0—3,5	3,8—4,5	600—1000	2500-3000	
3	Droschken und Equipagen	0,98	1,15	45	2,25	1,29	1,36	—	—	2,0	600—700	—	
4	Pritschenwagen zum Bahnhofverkehr	0,75	0,9	70—80	2,5—3,0	1,2	1,2	4,0—4,5	1,75	1,4—1,5	1000-1300	2500-4000	
5	Möbelwagen, 4 spännig	0,75	0,92	90—100	2,9	1,35	1,35	4,85	2,3	3,1	2200	5000-6000	
6	Langholzfuhrwerk für Stämme von *l* m Länge	0,9	1,15	65—80	$^2/_3 l$	1,15	1,15	*l*	—	—	800—1200	bis zu 4000	
7	Strafsenbahnwagen f. Schmalspur und elektrischen Verkehr	0,8	0,8	-	1,55	1,0	1,0	7,0	2,05	3,115	6500	2500	Zu 7. 18 Sitz-, 12 bis 14 Stehplätze.
8	Desgl. 4 achsige Wagen für Normalspur	0,795	0,6	—	Gesamt 5,5	1,435	1,435	11,0	2,15	3,4	12300	15400	Zu 8 27 Sitz-, 12 Stehplätze.
9	Strafsenwalzen für Pferde	1,4 m Walzendurchmesser		-	—	—	—	7,0 einschl. Deichsel	1,4 Walzbreite	—	5000	mit Wasserfüllung 6000	
10	Dampfstrafsenwalzen	1,1	1,7	—	3,2	—	2,0 Walzbreite	5,1	2,0	3,3	14000	—	Zu 10. Vom Gewicht kommen 5,0 t auf die Vorderachse und 9,0 t auf die Hinterachse.
11	Motorwagen f. Personenverkehr	0,91	0,92	vorn hint. 90—120	3,4	1,45	1,45	4,4	1,7	2,15	1800	—	Zu 11. 4sitz. bedecktes Automobil, Daimlermotor mit etwa 35 PS.
12	Desgl. für Frachtverkehr	0,95	1,05	90	2,62	1,3	1,3	5,2	1,7	—	2150	2500	Zu 12. Vom Gewicht kommen auf die Vorderachse 1700 kg, auf die Hinterachse 2950 kg.
13	Eisenbahngüterwagen, offene	0,98	0,98	—	4,0	1,435	1,435	8,5	2,6	2,06	6000	10000	
14	Desgl., bedeckte Wagen	0,98	0,98	—	4,0	1,435	1,435	8,4	2,88	3,44	8050	10000	

fahrten, ferner gröfster Radstand und Wagenlänge bei Langholzfuhrwerk als bestimmende Gröfse für die Halbmesser von Strafsenwendungen. In erster Beziehung ist zu bemerken, dafs die Abmessungen von Erntewagen nach unmittelbaren Messungen von Wagen, Einfahrtstoren u. s. w. aufgestellt sind, bezüglich der Langholzwagen ist hinzuzufügen, dafs für Laubholzwaldungen die gröfsten Stämme etwa zu 12 bis 15 **m** Länge anzunehmen sind, für Nadelholzwälder dagegen in der Regel 20 bis 23 **m**, in einzelnen Fällen (Schwarzwald) ist aber auf Stammlängen von 30 **m** zu rechnen. Die Ladung ist gewöhnlich so verteilt, dafs die Stämme etwa 1 **m** über die Vorderachse, $^1/_3\, l$ über der Hinterachse vorstehen, wie schon oben S. 11 erwähnt.

9. Federn und Bremsen. Als Bestandteile der Wagen sind noch zu erwähnen:

a) Die Federn dienen zur Abschwächung der Stöfse bei unebener Fahrbahn und sind namentlich nötig bei schnellfahrendem Fuhrwerk. Wenn Wagen in Federn aufgehängt sind, so zeigt die Erfahrung, dafs bei rascher Fahrt die Bewegungswiderstände erheblich geringer erscheinen, gegenüber Wagen ohne Federn (s. oben S. 15).

b) Die Bremsen dienen zur Hemmung der Geschwindigkeit der Wagen auf der Talfahrt, und bestehen gewöhnlich aus Holzklötzen, bei Kutschen aus Eisenschuhen, die durch Schraubenübersetzung an den Radumfang angeprefst werden. Bei starken Gefällen wird an die Radfelgen der Radschuh angelegt, wodurch die Räder zum Stillstand gebracht und deren gleitende Reibung auf der Chaussee als hemmende Kraft benutzt wird. Eine Vermehrung der Reibung wird auch durch eine Kette erreicht, die um die Radfelge eines Rades gelegt ist (Rauhsperren); diese Ketten beschädigen aber die Fahrbahn sehr stark, weshalb ihr Gebrauch gewöhnlich verboten ist. Statt den Radschuh unterzulegen, kann man auch eine der Radspeichen mittels Ketten an das Obergestell festbinden, wodurch gleichfalls gleitende Reibung erzielt wird (Anwendung bei Langholzfuhrwerk).

10. Bewegungswiderstände der Strafsenfuhrwerke. Die Widerstände auf ebener wagerechter Strafse setzen sich aus der Reibung in den Achsschenkeln (Zapfenreibung) und der rollenden Reibung am Umfang des Rades zusammen.

a) Reibung in den Achsschenkeln. Ist r der Radhalbmesser, ρ der Halbmesser des Zapfens, f der Reibungskoeffizient und P das auf den Rädern ruhende Gewicht, so ist der Zugwiderstand durch die Zapfenreibung:

$$W_1 = f \,.\, P\, \frac{\rho}{r}\,.$$

Das Verhältnis $\frac{\rho}{r}$ kann für Wagen im Mittel zu $\frac{0{,}03}{0{,}5} = 0{,}06$ und der Reibungskoeffizient f (Eisen auf Eisen, geschmiert) zu 0,07[17]) angenommen werden, so dafs man erhält:

$$W_1 = 0{,}004\, P.$$

Das auf den Rädern ruhende Gewicht ist nur um das Gewicht der Räder von der Gesamtlast des Wagens verschieden. Bezeichnet man letztere mit Q, so kann man angenähert setzen:

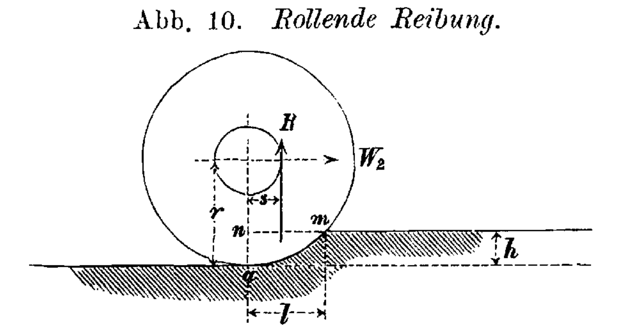
$$W_1 = 0{,}004\, Q \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2.$$

b) Rollende Reibung. Schwieriger zu bestimmen ist die rollende Reibung; dieselbe entsteht dadurch, dafs das Rad bei seinem Fortschreiten die Unterfläche etwas zusammendrückt (sogenannte Radleisen [franz. „*ornières*“] bildet); die hierzu erforderliche Arbeit mufs durch die Zugkraft geleistet werden. Über die Bestimmung des Wider-

[17]) Bei Selfoilers 0,054, vergl. Deutsches Bauhandbuch I. S. 198.

standes, der aus der rollenden Reibung entsteht, sind verschiedene Theorien aufgestellt worden, nach Morin ist er dem Halbmesser r des Rades umgekehrt proportional, nach Dupuit und Umpfenbach aber umgekehrt proportional der Quadratwurzel von r. Eine andere von Gerstner herrührende Theorie[18]) geht davon aus, dafs das Rad bei seinem Vorschreiten eine Furche von der Breite b = der Felgenbreite und von der Höhe h (s. Abb. 10), die von der Natur des Strafsenmaterials abhängt, in die Fahrbahn eindrückt.

Abb. 10. *Rollende Reibung.*



Macht man nun die Voraussetzung, dafs die Kraft R, welche den Eindruck in dem Boden hervorbringt, proportional der Fläche s des verdrängten Fahrbahnkörpers ist, und im Schwerpunkt desselben angreift, und ist W_2 die Zugkraft, welche, in der Radachse angreifend gedacht, diesen Widerstand überwindet, so ist

$$W_2 . r = R . s.$$

Hieraus leitet Gerstner die Formel ab:

$$W_2 = \varphi \sqrt[3]{\frac{Q^4}{b\, r^2}}, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 3.$$

wo φ ein Erfahrungskoeffizient ist.

Da der Wert dieses Koeffizienten für verschiedene Fahrbahnen durch Versuche nicht bekannt ist, so erscheint es einfacher, für W_2 nach der Angabe Morins zu setzen:

$$W_2 = \varphi_1 \frac{Q}{r},$$

wonach der Widerstand dem Halbmesser des Rades umgekehrt proportional ist. Die Erfahrung zeigt nun allerdings, dafs der Widerstand W_2 mit der Felgenbreite abnimmt, dafs also b in der Formel erscheinen sollte. Der Einfachheit halber möge aber die Morin'sche Formel beibehalten werden, so dafs als Gesamtwiderstand für Zapfenreibung und rollende Reibung sich ergibt:

$$W = W_1 + W_2 = f P \frac{\rho}{r} + \varphi_1 \frac{Q}{r},$$

oder, da P von Q wenig verschieden:

$$W = Q\left(f \frac{\rho}{r} + \frac{\varphi_1}{r}\right) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 4.$$

Es fehlt nun nicht an Versuchen über die Widerstände von Fuhrwerken auf Strafsen von verschiedener Beschaffenheit, immer aber wurden die Widerstände, herrührend von Zapfenreibungen und rollender Reibung, gemeinsam beobachtet, so dafs die Koeffizienten f und φ nicht einzeln bekannt sind. Die ausgedehntesten Versuche rühren von Morin her, der aus ihnen die allgemeinen Sätze folgerte:

„Der Widerstand gegen den Zug auf Steinpflaster und auf der festgefahrenen Bahn einer beschotterten Strafse, bezogen auf die Achse der Räder, ist

1. proportional dem Drucke und umgekehrt proportional dem Durchmesser der Räder,
2. unabhängig von der Zahl der Räder und beinahe unabhängig von der Felgenbreite.

Auf zusammendrückbarem Boden (Erde, Sand, frisch beschotterten Strafsen) nimmt der Widerstand ab, wenn die Felgenbreite zunimmt.

[18]) Gerstner, Mechanik. Prag 1831. Bd. I. S. 580.

Auf weichem zusammendrückbarem Boden, wie auf Erde, Sand, den Erdbahnen in gutem Zustande oder mit eingedrückten „Leisen" ist der Widerstand unabhängig von der Geschwindigkeit.

Im Schritt (1 m in der Sekunde) ist auf guten Pflaster- oder Steinstrafsen der Widerstand nahezu derselbe, ob das Fuhrwerk in Federn hängt oder nicht.

Auf Schotterstrafsen und auf Pflaster wächst der Widerstand mit der Geschwindigkeit, die Zunahmen sind der letzteren beinahe proportional, wenn man von der Geschwindigkeit = 1 m ausgeht. Je elastischer das Fuhrwerk und je besser die Strafse, desto geringer ist die Zunahme.

Auf gutem, sehr ebenem Pflaster ist im Schritt der Widerstand etwa $^3/_4$ von dem der besten Schotterstrafse. Im Trabe ist bei gut aufgehängtem Wagen der Widerstand ebenso grofs, als auf Schotterstrafsen, aber auf mittelmäfsig unterhaltenem Pflaster mit grofsen Fugen ist im Trabe der Widerstand gröfser, als auf Schotterstrafsen.

Die vorteilhafteste Neigung der Zugstränge wächst mit dem Widerstand des Bodens und ist um so gröfser, je kleiner die Vorderräder sind. Für die gewöhnlichen Strafsen mufs man sich der wagerechten Richtung, so viel als es die Konstruktion des Fuhrwerks erlaubt, nähern."

c) Reibungskoeffizienten. Weitere Versuche, namentlich englischer Ingenieure, können in v. Kavens Strafsenbau nachgesehen werden, auch diese drücken den Bewegungswiderstand einfach in Funktion des Wagengewichtes aus, so dafs wir statt der oben aufgestellten Formel 4 setzen können:

$$W = \mu\, Q \quad \ldots\ldots\ldots \quad 5.$$

wo μ ein von der Strafse abhängiger Koeffizient ist. Es wird allerdings nicht richtig sein, diesen Koeffizienten für verschiedenartige Raddurchmesser der Fahrzeuge und für die verschiedenen Strafsenfuhrwerke überhaupt als unveränderlich anzunehmen, da aber μ mit der Beschaffenheit der Strafsenoberfläche sich rasch ändert, so kann auf grofse Genauigkeit der Formel ohnedies nicht gerechnet werden. Durchschnittswerte von μ sind in Tabelle V enthalten.

Von neueren Versuchen möge auf eine Mitteilung von Prof. Baker, Mitglied der American Society of Civil Engineers aufmerksam gemacht werden.[19]) Es wird in den Versuchen der Einflufs verschiedener Felgenbreiten, wechselnder Geschwindigkeit und verschiedener Beschaffenheit der Strafsenoberfläche untersucht, und mögen folgende Zahlen hier angeführt werden:

		Felgenbreite	
		3,75 cm	15 cm
Harte Erdstrafse	$\mu =$	0,074	0,054
Makadamstrafse	$\mu =$	0,060	0,049

		Droschken		
		im Schritt	langsamer Trab	schneller Trab.
Feste Makadamstrafse	$\mu =$	0,020	0,024	0,0245
Glattes Steinpflaster	$\mu =$	0,0155	0,0235	0,027

Für verschiedene Pflasterarten werden sodann noch folgende Mittelwerte angegeben, die mit dem Baldwin-Dynamographen gemacht sind:

Granitpflaster	$\mu = 0,016$
Ziegelpflaster	$\mu = 0,0085$
Abgenutztes Holzpflaster	$\mu = 0,018$
Asphalt	$\mu = 0,0185$

[19]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 237.

Tabelle V. **Werte des Widerstandskoeffizienten μ.**[20])

Beschaffenheit der Strafse	Werte des Widerstandskoeffizienten μ	
Erdbahnen:		Mittel
Loser Sand	$^1/_5$ bis $^1/_9$	$^1/_7 = 0{,}15$
Schlechter Erdweg	$^1/_8$ bis $^1/_{15}$	$^1/_{10} = 0{,}1$
Trockener, fester Erdweg	$^1/_{17}$ bis $^1/_{28}$	$^1/_{20} = 0{,}05$
Steinbahnen:		
Frisch eingeworfene Steinbahn	— —	$^1/_7 = 0{,}157$
Kotige Steinbahn	$^1/_{25}$ bis $^1/_{50}$	$^1/_{25} = 0{,}04$
Trockene gute Chaussee		$^1/_{33} = 0{,}03$
Pflasterstrafsen:		
Schlechtes Steinpflaster	— —	$^1/_{25} = 0{,}04$
Gutes ebenes Steinpflaster	$^1/_{45}$ bis $^1/_{75}$	$^1/_{50} = 0{,}02$
Desgl. im günstigsten Fall	— —	$^1/_{75} = 0{,}013$
Gutes Holzpflaster	$^1/_{50}$ bis $^1/_{60}$	$^1/_{55} = 0{,}018$
Asphaltstrafse	— —	$^1/_{133} = 0{,}0075$
Festgefahrene Schneebahn (Schlitten)	— —	$^1/_{30} = 0{,}033$
Zur Vergleichung diene der Widerstand auf		
Eisenbahnen und Wasserstrafsen:		
Gewöhnliche Arbeitsbahn (Rollbahn)	— —	$^1/_{100} = 0{,}01$
Städtische Trambahn	— —	$^1/_{100} = 0{,}01$
Gut unterhaltene Hauptbahn (kleine Geschwindigkeit)	$^1/_{150}$ bis $^1/_{250}$	$^1/_{300} = 0{,}033$
Wasserstrafse (Kanalschiffe, kleine Geschwindigkeit)	$^1/_{1000}$ bis $^1/_{2000}$	— —[21])

Die Angabe, dafs Asphalt bei 28° C. einen Widerstandskoeffizienten von $\mu = 0{,}035$ verursacht hat, wird für unsere Strafsen aus hartem Stampfasphalt nicht in Betracht kommen können, und wird die in Tabelle V für Asphaltstrafsen angegebene Zahl $\mu = 0{,}0075$ als die richtigere anzusehen sein.

d) Erforderliche Zugkraft auf geneigten Strafsen. Bei Bewegung von Fahrzeugen auf Steigungen kommt zu der Reibung auf wagerechter Strecke noch hinzu die Komponente des Wagengewichts der schiefen Ebene und diejenige des Pferdes selbst. Ist α der Winkel der Steigung und G das Gewicht des Pferdes, so ist die erforderliche Zugkraft:

Abb. 11. *Fuhrwerke auf Steigungen.*

$$W = \mu\, Q \cos\alpha + \sin\alpha + G \sin\alpha$$

oder mit $\cos\alpha$ dividiert:

$$\frac{W}{\cos\alpha} = \mu\, Q + (Q + G) \tan\alpha.$$

Da wir es mit verhältnismäfsig kleinen Steigungen zu tun haben, so kann man annäherungsweise $\cos\alpha = 1$ setzen und erhält dann:

$$W = \mu\, Q + (Q + G) \tan\alpha \qquad \ldots\ldots\ldots\ 6.$$

[20]) Eine ausführliche Zusammenstellung von Versuchen über den Widerstand der Fuhrwerke s. Becker, Strafsenbau. Stuttgart 1870. S. 85 u. ff.

[21]) Der Widerstand der Schiffe ist nicht einfach der Last proportional, sondern von der Tauchung und der Geschwindigkeit abhängig. Bei gröfserer Geschwindigkeit sind die Widerstandskoeffizienten zwischen Schiffen und Eisenbahnfahrzeugen nicht sehr verschieden (vergl. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. III (Wasserbau), Kap. X, S. 120 u. ff., 3. Aufl.). Die Werte des Widerstandskoeffizienten für Strafsenwalzen s. § 20.

Es nimmt das Glied $(Q + G)\ tang\, \alpha$ und damit der Zugwiderstand mit der Steigung rasch zu: für eine Steigung $tang\, \alpha = \mu$ ist der Widerstand schon mehr als verdoppelt, also für chaussierte Strafsen bei Steigungen von 3 bis 5 %, bei Pflasterstrafsen schon bei 2 %, woraus ersichtlich, dafs je besser die Bahn, desto kleiner die Steigung sein soll, wenn die Zugkraft der Güte der Bahn entsprechend ausgenutzt oder eine unverhältnismäfsige Steigerung der Zugkraft zur Überwindung der Komponente aus dem Wagen- und Pferdegewicht vermieden werden soll. — Hat man es mit einer Strafse im Gefälle zu tun, so ist $tang\, \alpha$ negativ und wird aus Gl. 6 die folgende:

$$W = \mu\, Q - (Q + G)\ tang\, \alpha \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad 6^a.$$

Wenn das zweite Glied überwiegt, so wird W negativ, das Fahrzeug mufs dann bei der Talfahrt zurückgehalten werden, entweder durch die Kraft der Pferde oder durch Bremsen. Letzteres ist vorzuziehen, da die Pferde beim Zurückhalten sehr ungünstig arbeiten (vergl. S. 29 u. 32).

§ 3. Leistung der Zugtiere. Die Berechnung der Last, welche auf einer Strafse von gegebenem Längenprofil und bekannter Beschaffenheit der Fahrbahn von einem Pferde fortgeschafft werden kann, ist insofern schwierig, als die Widerstandskoeffizienten (s. § 2) je nach der Witterung und der mehr oder weniger sorgfältigen Unterhaltung der Strafsen im Verhältnis 2 : 3 und selbst 1 : 2 wechseln. Eine weitere Verschiedenheit ist bedingt durch die Beschaffenheit der Pferde, deren Gewicht, Alter, Ernährungsweise u. s. w. Den gröfsten Einflufs übt aber die Geschwindigkeit der Bewegung und die tägliche Arbeitszeit; es zeigt die Erfahrung, dafs mit der Vermehrung der beiden letztgenannten Faktoren über eine gewisse Grenze hinaus die Leistung abnimmt, so dafs für eine bestimmte Geschwindigkeit und tägliche Arbeitszeit das Produkt aus Zugkraft und für den Tag zurückgelegten Weg ein Gröfstwert wird. Diese Werte der Geschwindigkeit und täglichen Arbeitszeit sind aber für verschiedene Pferde nicht dieselben; ein für schweren Zug taugliches Pferd wird für rasche Fahrt eine geringere tägliche Leistung aufweisen als leichte Pferde und umgekehrt. Nennt man k die der gröfsten Leistung entsprechende Zugkraft, c die zugehörige Geschwindigkeit, t die tägliche Arbeitszeit, so ist diese Gröfstleistung: $L = k \cdot c \cdot t$.

Von diesen 3 Gröfsen können wir zunächst t als der allgemeinen Erfahrung entsprechend zu 8 Stunden annehmen, dann bleiben noch c und k durch Versuche zu bestimmen. Die Bestimmung von k würde am sichersten durch ein Dynamometer geschehen, die meisten der uns vorliegenden Bestimmungen von k werden aber wohl dadurch erhalten sein, dafs man die fortgeschaffte Last erhoben und aus dem geschätzten Reibungskoeffizienten der Strafse die Zugkraft berechnet hat, so dafs auch schon deshalb nicht zu verwundern ist, wenn die Beobachtungen sehr weit auseinandergehen.

Wir entnehmen die in Tabelle VI gemachten Angaben dem Werke v. Kavens.[22])

Die erhaltenen Werte des Nutzeffektes sind verschieden, aber doch nicht mehr, als es die verschiedene Beschaffenheit der Pferde und die Ungenauigkeit der Beobachtung erwarten lassen. Man kann hiernach etwa folgende Mittelwerte für die Zugkraft k und das Gewicht G annehmen:

Für leichte Pferde	$k = 60$ **kg**	$G = 250$ **kg**
„ mittelstarke Pferde . .	$k = 75$ „	$G = 350$ „
„ starke Pferde	$k = 90$ „	$G = 400$ „

22) v. Kaven, Strafsenbau. S. 105.

Tabelle VI. **Zugkraft, Geschwindigkeit und Arbeitszeit der Zugtiere.**

Beobachter	Zugkraft kg	Geschwindigkeit in Metern f. d. Sekunde	Tägliche Arbeitszeit	Täglicher Nutzeffekt mkg
Desaguiliers	90,8	1,12	8	2'928800
Dupin (engl. Zugpferd)	90	1,11	8	2'880000
Gengembre	80	1,0	8	2'304000
Gerstner	56	1,26	8	2'038460
Hachette (mit dem Dynamometer)	67	1,0	8	1'929600
d'Aubuisson	100	0,8	6	1'728000
Navier (am Göpel)	40,5	1,0	8	1'166400
Morin (ein Pferd im Schritt an gewöhnlichem Fuhrwerk)	70	0,9	10	2'268000
Bousson	50,0	1,1	7,27	1'440000

Hierbei ist eine mittlere Geschwindigkeit von 1,1 **m** in der Sekunde und eine mittlere Arbeitszeit von 8 Stunden zugrunde gelegt.

Das Gewicht der Pferde schwankt zwischen 200 und 400 **kg**, so dafs die alte Regel, wonach die Zugkraft eines Pferdes etwa $= {}^1/_5$ seines Gewichts, ziemlich zutreffen dürfte.

1. Die **Geschwindigkeit der Pferde** bei verschiedenen Gangarten kann nach Bockelberg folgendermafsen angenommen werden:

Langsamer Schritt . . . $v = 0{,}6$ **m**
Mittlerer Schritt . . . $v = 1{,}0$ bis 1,25 **m** (1,1 **m**)
Schnellschritt . . . . $v = 2{,}0$ **m**
Kurzer Trab . . . . $v = 3{,}0$ **m** bis 4,0 **m**
Gestreckter Trab . . . $v = 4{,}0$ bis 6,0 **m**
Rennpferde . . . . . $v = 12{,}0$ bis 16,0 **m**.

Am Marne-Rhein-Kanal beträgt die Geschwindigkeit der Schiffe 2 bis $2^1/_2$ **km** in der Stunde = 0,55 bis 0,69 **m** in der Sekunde und kann dies wohl als kleinste Geschwindigkeit betrachtet werden, bei der das Pferd noch vorteilhaft arbeitet.

Tabelle VII. **Werte der Bruttolast für verschiedene Pferde und Steigungen.**

Steigung	Leichtes Pferd Brutto	Mittelstarkes Pferd Brutto	Schweres Pferd Brutto
Wagerecht	2000	2500	3000
$^1/_2$ %	1678	2093	2506
1 %	1437	1787	2137
2 %	1100	1360	1620
3 %	875	1075	1275
4 %	714	872	1030
5 %	594	719	844
6 %	500	600	700
7 %	425	505	585
8 %	364	427	491
9 %	312	363	412
10 %	269	308	346

Die Last versteht sich in Kilogrammen bei anhaltendem Zug unter Zugrundelegung einer mittleren Geschwindigkeit von 1,1 **m** und einer mittleren täglichen Arbeitszeit von 8 Stunden, $G = 350$ **kg**, $\mu = \frac{1}{33} = 0{,}03$.

Mit Hilfe der in § 2 gegebenen Formeln läfst sich nun die Bruttolast berechnen, die ein Pferd auf wagerechter Strecke und auf Steigungen fortzuziehen imstande ist. Nehmen wir beispielsweise eine chaussierte, gut unterhaltene Strafse, so kann als Mittelwert für Sommer und Winter μ zu $\frac{1}{33} = 0{,}03$ angenommen werden und ergibt sich das fortzuschaffende Gewicht aus Gl. 6, indem wir $W = k$ setzen:

$$Q = \frac{k - G \, tang \, \alpha}{\mu + tang \, \alpha} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 7.$$

Von der Bruttolast ist noch das Gewicht des Fuhrwerks abzuziehen, welches wir für das Pferd etwa zu 300 bis 500 **kg** annehmen können. Die Werte der Bruttolast für verschiedene Pferde und Steigungen zeigt die Tabelle VII.

Für ein mittelstarkes Pferd ($k = 75$ **kg**, $G = 350$ **kg**) finden wir sodann die Bruttolast bei verschiedener Beschaffenheit der Strafsenfahrbahn.

Tabelle VIII. **Bruttolasten für ein mittelstarkes Pferd.**

Bezeichnung der Strafsenbahn	Asphaltbahn	Pflasterbahn		Chaussee		Erdwege		Frisch eingeworfene Chaussee
$\mu =$	$\frac{1}{133}$	$\frac{1}{75}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{7}$
tang α								
1 : ∞	10000	5640	3750	3000	2250	1500	750	524
½ %	5860	4000	2930	2441	1912	1332	698	495
1 %	4080	3067	2383	2043	1651	1192	650	467
2 %	2475	2040	1700	1511	1276	974	567	417
3 %	1720[23]	1490	1290	1173	1019	806	496	373
4 %	1284	1144	1017	938	833	678	436	333
5 %	1000	908	821	766	690	575	383	298
6 %	800	737	675	635	579	491	337	266
7 %	652	606	561	532	489	421	297	237
8 %	538	503	470	448	415	362	261	211
9 %	446	421	395	378	353	311	229	184
10 %	372	353	333	320	300	267	200	165

Die Bruttolast versteht sich in Kilogrammen für ein mittelstarkes Pferd bei mittlerer Geschwindigkeit von 1,1 **m** in der Sekunde auf Steigungen von 0 bis 10 %.

Die Staffellinie in der Tabelle VIII deutet an, dafs bei einem mittleren Wagengewicht von 500 **kg** auf das Pferd auf Steigungen unter der betreffenden Linie mit einer Geschwindigkeit von 1,1 **m** ohne Steigerung der Zugkraft keine Nutzlast mehr befördert werden kann.

Wird die Geschwindigkeit der Bewegung über die als die zweckmäfsigst angenommene vermehrt, so mufs die Belastung abnehmen, wenn die gewöhnliche Arbeitszeit von 8 Stunden eingehalten werden soll, oder es müssen, wenn man die gleiche Belastung beibehalten will, in entsprechenden Zeitabschnitten Ruhepausen eintreten, durch welche die tägliche Arbeitszeit sich vermindert, wenn die Leistungsfähigkeit der Pferde nicht in hohem Grade abnehmen soll.

---

[23]) Die weiter folgenden Werte haben für Asphaltbahnen nur theoretische Bedeutung, da bei stärkeren Steigungen Asphaltstrafsen nicht mehr anwendbar sind.

Eine einfache Beziehung zwischen Zugkraft K, Geschwindigkeit v und täglicher Arbeitszeit z, wenn diese Gröſsen von den zulässigen abweichen, hat Maschek aufgestellt:

$$K = k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right) \quad \ldots \ldots \quad 8.$$

man nennt sie die Maschek'sche Kraftformel.

Es dürfte einleuchtend sein, daſs man den Vorgang im tierischen Organismus nicht genau durch eine solch einfache Formel ausdrücken kann, und daſs man sich nicht verwundern darf, wenn die Ergebnisse der Formel nicht vollständig mit der Wirklichkeit übereinstimmen.

Nehmen wir die oben für mittelstarke Pferde angegebenen Werte $k = 75$ **kg**, $c = 1{,}1$, $t = 8$ Stunden, so ergeben sich aus der Formel folgende Grenzwerte:

a) Für $v = 0$ und $z = 0$ wird $K = 225$ **kg** als gröſste Anstrengung, die das Pferd beim Anziehen leisten könnte. Dieser Wert beträgt aber nach Erfahrungen 300 bis 500 **kg** und es ist selbstverständlich, daſs nach entsprechenden Ruhepausen hiermit die Tagesarbeit des Pferdes nicht erschöpft ist.

b) Für $z = t$ und $v = 2c$ erhält man $K = 0$. Das Pferd könnte hiernach bei einer Geschwindigkeit von 2,2 **m** für die Sekunde nur noch sein eigenes Gewicht fortbewegen.

c) Für $z = 0$ und $v = 3c$ wird K ebenfalls 0, mit einer Geschwindigkeit von 3,3 **m** könnte also das Pferd auch auf kurze Zeit keine Last mehr ziehen, während die Erfahrung zeigt, daſs selbst bei Geschwindigkeiten von 5 **m** die Pferde noch auf kurze Zeit ansehnliche Lasten fortzuziehen imstande sind (Postpferde).

Die Grenzwerte stimmen demnach mit den Erfahrungen nicht vollständig überein, für mittlere Werte von v und z gibt dagegen die Formel annähernd richtige Ergebnisse, wie folgende Beispiele zeigen mögen:

Für eine Geschwindigkeit $v = 0{,}55$ der Kähne im Marne-Rhein-Kanal wird für $c = 1{,}1$ **m** und $t = 8$ Std. $K = 75\left(3 - \frac{0{,}55}{1{,}1} - \frac{8}{8}\right) = 112{,}5$ **kg**. Da das Gewicht der Kähne einschl. Ladung etwa 270 **t** beträgt, so ist die Zugkraft etwa $\frac{1}{1000} \cdot 270$ **t** $= 270$ **kg**, somit für das Pferd 135 **kg**, also nicht viel von der Formel abweichend. Für die Geschwindigkeit der gewöhnlichen Pferdebahnwagen in Städten ist etwa 150 **m** in der Minute = 2,5 **m** in der Sekunde anzurechnen. Die Pferde machen täglich einen Weg von 24 **km**, somit ist die Arbeitszeit $\frac{24\,000}{2{,}5 \cdot 60 \cdot 60} = 2{,}7$ St. Hiernach wird $K = 75\left(3 - \frac{2{,}5}{1{,}1} - \frac{2{,}7}{8}\right) = 29{,}2$ **kg**. Bei einem Gesamtgewicht der Wagen von etwa 3200 **kg** (voll besetzt) ist somit der Widerstand etwa $\frac{1}{100} \cdot 3200 = 32$ **kg**, somit die Übereinstimmung der Formel auch in diesem, vom Mittel sich stark entfernenden Fall mit der Wirklichkeit genügend.

Ist aus Formel 8 bei gegebener Geschwindigkeit und täglicher Arbeitszeit die Zugkraft bestimmt, so ergibt sich die tägliche Arbeitsleistung wie früher $L = v \cdot z \cdot K$, und wenn man für K den Wert aus Gl. 8 einsetzt:

$$L = k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right) v \cdot z \quad \ldots \ldots \quad 9.$$

Für die Normalwerte k, c, t wird dieser Ausdruck ein Gröſstwert, wovon man sich leicht überzeugt, indem man die Gleichung differenziert und den Differentialquotienten gleich Null setzt. Die auf einer Steigung $tang\,\alpha$ mit der Geschwindigkeit v bei täglicher Arbeitszeit t fortzuschaffende Last Q erhält man aus der Formel 7 (s. S. 26)

$$Q = \frac{K - G\,tang\,\alpha}{\mu + tang\,\alpha},$$

wo

$$K = k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right)$$

zu setzen ist, und kann nunmehr eine erweiterte Tabelle berechnet werden für die mittlere Leistung eines Pferdes auf Strafsen verschiedener Steigung bei wechselnder Geschwindigkeit, wobei wir annehmen:

$$k = 75 \text{ kg}, \; G = 350 \text{ kg}, \; c = 1{,}1, \; z = t = 8 \text{ Stunden},$$

$$\mu = \frac{1}{33} = 0{,}03 \text{ (gewöhnliche Chaussee)},$$

ferner das Wagengewicht für das Pferd = 500 **kg**.

Wir erhalten zunächst für die Zugkraft K bei verschiedenen Geschwindigkeiten:

$v = 1{,}5 \quad K = 0{,}64 \,.\, 75 = 48$ **kg**
$v = 1{,}25 \quad K = 0{,}86 \,.\, 75 = 64{,}5$ „
$v = 1{,}0 \quad K = 1{,}09 \,.\, 75 = 81{,}7$ „
$v = 0{,}75 \quad K = 1{,}32 \,.\, 75 = 99$ „
$v = 0{,}6 \quad K = 1{,}55 \,.\, 75 = 116$ „

und sodann

Tabelle IX.

Mittlere Brutto- bezw. Nutzlast eines Pferdes auf Strafsen verschiedener Steigung.

Gewöhnliche Chaussee	Geschwindigkeit in Metern für die Sekunde							
	1,5		1,25		1,0		0,75	
Steigung	ganzes Gewicht kg	Nutzlast kg	ganzes Gewicht kg	Nutzlast kg	ganzes Gewicht kg	Nutzlast kg	ganzes Gewicht kg	Nutzlast kg
Wagerecht	1600	1100	2150	1650	2723	2223	3300	2800
0,5 %	1320	820	1793	1293	2285	1785	2778	2278
1 %	1112	612	1525	1025	1955	1455	2387	1887
2 %	820	320	1150	650	1494	994	1840	1340
3 %	625	125	900	400	1187	687	1475	975
4 %	486	—	720	214	967	467	1214	714
5 %	381	—	587	87	803	303	1019	519
6 %	300	—	483	—	674	174	867	366
8 %	182	—	332	—	488	—	645	145
10 %	100	—	227	—	360	—	492	—

Die tägliche Leistung (für Nutzlast und Wagengewicht) ist demnach bei $t = 8$ Stunden = 28800 Sekunden, für

$v = 0{,}6$ m $\quad L = 116 \,.\, 0{,}6 \,.\, 28800 = 2'004480$ **mkg**
$v = 0{,}75$ m $\quad L = 99 \,.\, 0{,}75 \,.\, 28800 = 2'138400$ „
$v = 1{,}0$ m $\quad L = 81{,}7 \,.\, 1{,}0 \,.\, 28800 = 2'352960$ „
$v = 1{,}1$ m $\quad L = 75{,}0 \,.\, 1{,}1 \,.\, 28800 = 2'376000$ „
$v = 1{,}25$ m $\quad L = 64{,}5 \,.\, 1{,}25 \,.\, 28800 = 2'322000$ „
$v = 1{,}5$ m $\quad L = 48{,}0 \,.\, 1{,}5 \,.\, 28800 = 2'073600$ „

woraus L_{max} für $v = 1{,}1$ m erhellt.

Schliefslich ist noch zu bemerken, dafs die Leistung der Zugtiere mit der Zahl der Bespannung abnimmt. Für 2 Pferde ist die Abnahme gegenüber dem Einspänner gering, bei mehr als 4 Pferden aber ist die Abnahme schon bedeutend. Setzt man die Nutzladung für ein Pferd gleich 100, so nimmt sie nach Bockelberg folgendermafsen ab:

einspännig	100	fünfspännig	73
zweispännig	98	sechsspännig	64
dreispännig	87	siebenspännig	55
vierspännig	80	achtspännig	49

Vorstehende Zahlen sind Mittelwerte, die von einem tüchtigen Fuhrmann, der es versteht, seine Pferde an ein gleichmäfsiges Anziehen zu gewöhnen, häufig überschritten werden.

2. Arbeitsleistung der Pferde beim Anhalten. Wenn ein Fuhrwerk auf einer geneigten Strafse abwärts fährt, so ist nach Gleichung 6ª für $tang\, \alpha > \frac{\mu Q}{G + Q}$ die Zugkraft negativ, so dafs die Pferde den Wagen zurückhalten müssen. Die Pferde arbeiten hierbei, wie die Erfahrung zeigt, sehr ungünstig, ihre Rückhaltekraft ist gering, sie soll auch bei sehr geübten Pferden höchstens $^1/_2$ bis $^1/_3$ ihrer normalen Zugkraft betragen; auch entstehen leicht Unglücksfälle, wenn die Anhalteketten reifsen oder die Pferde bei zu schnellem Ingangkommen des Fuhrwerks scheu werden. Es ist deshalb durchaus nötig, dafs auf Strafsenzügen, in denen starke Gefälle vorkommen, die Wagen mit sicheren und kräftigen Bremsen versehen werden, so dafs eine Hemmung der Bewegung durch die Kraft der Pferde nicht einzutreten braucht, man wird im Gegenteil hier die Bremse so stark anziehen, dafs die Pferde noch eine kleine Zugkraft auszuüben haben. Wenn es sich deshalb darum handelt, bei Strafsen mit abwechselnden Steigungen und Gefällen die Anstrengung der Pferde zu bestimmen, so können fallende Strafsenstrecken meist ganz aufser Berechnung bleiben, da hier die Zugkraft kleiner, als auf wagerechten Strecken ist.

§ 4. Abhängigkeit der Wagenbelastung von der Steigung der Strafsen, mit Rücksicht auf Zugkraft und Bewegungswiderstand. Die Steigung einer Strafse kann in Zahlen angegeben werden durch den Winkel α (in Graden) oder durch den Wert von $tang\, \alpha$; letzteres geschieht in der Praxis ausschliefslich. Hierbei wird $tang\, \alpha$ ausgedrückt entweder durch einen gewöhnlichen Bruch, oder durch einen Dezimalbruch, oder aber durch die Steigung der Strafse in m auf 100 m der wagerechten Länge, also in Prozenten. Die letztgenannte Art der Bezeichnung ist wohl die am meisten übersichtliche, auch für die Rechnung bequemere, weil nur eine einfache Multiplikation auszuführen ist, während bei Bezeichnung durch einen gewöhnlichen Bruch eine nicht sehr bequeme Division notwendig ist, wenn die Höhe eines Zwischenpunktes bestimmt werden soll.

Die Steigung von Strafsen in einem Gelände, welches eine wagerechte Anlage nicht zuläfst, sollte offenbar so bemessen sein, dafs das Verhältnis zwischen Wagengewicht und Nutzlast nicht zu ungünstig wird. — Bei Eisenbahnen ist dieses Verhältnis im günstigsten Fall wie 1 : 2, indem ein zweiachsiger (offener) Güterwagen von 5 t Gewicht eine Ladefähigkeit von 10 t besitzt; bei wagerechten oder schwach (etwa 1 bis $1^1/_2$%) ansteigenden Strafsen kann dieses Verhältnis leicht erreicht und sogar überschritten werden, wie aus der Tabelle IX hervorgeht; sobald aber die Steigungen gröfser werden, gestaltet sich das Verhältnis rasch ungünstiger, bei einer Steigung gröfser als etwa 6% kann, — zweispänniges Fuhrwerk und gewöhnliche Schotterstrafse vorausgesetzt, — nur noch das Wagengewicht mit Normalgeschwindigkeit befördert werden.

Die Wagenbelastung richtet sich nach der Beschaffenheit des Landes und ist in ebenen Gegenden selbstredend gröfser, als im Gebirge; man kann indessen nicht unmittelbar die Festsetzung der Wagenladung aus der Tabelle IX entnehmen, und zwar weder für Strafsen im Flachlande, noch für Gebirgsstrafsen, weil bei längeren Strafsenzügen fast nie eine gleichmäfsige Steigung auf die ganze Ausdehnung der Strafse vorhanden ist, sondern eine stete Abwechselung von wagerechten oder wenig geneigten Strecken mit stärkeren Steigungen und Gefällen stattfinden wird.

Da man nun beim Strafsenfuhrwerk beim Übergang von einer geringen auf eine stärkere Steigung die Ladung nicht verringern kann[24]), so ist es nicht möglich, auf den wechselnden Gefällen eines Strafsenzuges die Kraft der Pferde gleichmäfsig auszunutzen, d. h. überall Normalzugkraft und Normalgeschwindigkeit eintreten zu lassen. Bestimmt man die Ladung nach der stärksten vorkommenden Steigung, so ist die Zugkraft der Pferde auf allen geringeren Steigungen und in der Wagerechten nicht vollkommen ausgenutzt, die tägliche Arbeit des Pferdes wird bedeutend herabgedrückt. Setzt man die Gröfse der Ladung nach der geringsten Steigung fest, so entstehen Schwierigkeiten beim Befahren der übrigen steilen Gefälle; man wird deshalb eine gewisse mittlere Steigung als mafsgebend annehmen, deren Wert übrigens theoretisch schwer zu bestimmen sein wird. Wir stellen uns nun zunächst die Aufgabe, wenn die Ladung der Wagerechten oder einer auf der Strafse öfter vorkommenden kleineren Steigung nach Gleichung 7 entspricht, die Mittel anzugeben, wie die stärkeren Gefälle am einfachsten überwunden werden können.

Da wir die Ladung als nicht teilbar annehmen, so bleiben nur zwei Auskunftsmittel übrig: man mufs entweder auf den stärkeren Steigungen die Zahl der Zugtiere vermehren, also für jede in der Strafse vorkommende gröfsere Steigung Vorspann einlegen, oder man mufs die Zugtiere mehr anstrengen, indem man gleichzeitig die Geschwindigkeit der Bewegung oder die Arbeitszeit ermäfsigt.

Vorspann läfst nahezu die volle Ausnutzung der Kraft der Pferde zu, ist aber mit vielen Umständlichkeiten, Kosten und mit Zeitverlust verknüpft. Bei gröfserer Anstrengung der Pferde wird ferner, wie wir oben gesehen haben, die tägliche Arbeitsleistung der Zugtiere immerhin verringert, namentlich, wenn die Aufwendung gröfserer Zugkraft sich auf längere Zeit erstreckt.

Welches von diesen Auskunftsmitteln das beste ist, hängt nun von dem Längenprofil der Strafse ab. Kommen, wie im Flachlande, auf einer Strafse, welche der Hauptsache nach geringe Steigungen (unter 1⁰/₀) enthält, einzelne gröfsere Gefälle von kurzer Länge, sogenannte Stiche vor, so wird man, ohne eine Verminderung der Nutzlast eintreten zu lassen und ohne Vorspann anzuwenden, auskommen, indem auf diesen Steigungen die Pferde stärker angestrengt werden, als auf den anderen Strecken. Kleine Ruhepausen vor und nach Durchfahrung solcher Stiche dienen dann als Kraftansammler für die Pferde. Wechseln aber bei einer Strafse stärkere Steigungen mit schwachen Steigungen bezw. mit wagerechten Strecken regelmäfsig ab, so mufs die Nutzlast für das Pferd vermindert werden. Sind die stärkeren Steigungen nicht zu lang, so braucht man die Nutzlast nicht nach der gröfsten vorkommenden Steigung, sondern nur nach der mittleren festzusetzen; auf den gröfseren Ansteigungen hilft man sich wieder durch Vermehrung der Zugkraft; Vorspann wird im allgemeinen ebenfalls unterbleiben können.

Enthält eine Strafse aber längere Strecken von grofser Steigung, sogenannte Steigen, so mufs man schliefslich zum Vorspann greifen, wenn nicht die Nutzlast im Verhältnis zum Wagengewicht auf ein zu geringes Mafs herabsinken soll.

Es fragt sich nun, in welchem Mafse man auf kurze Zeit die Zugkraft der Pferde über die normale hinaus in Anspruch nehmen kann, und welche Steigung dieser vergröfserten Zugkraft entspricht.

---

[24]) Bei Eisenbahnen ist eine Verringerung der Ladung auf Bahnstrecken mit stärkeren Gefällen in gewissem Grade möglich, durch Zurücklassung von Wagen, Teilung der Züge auf der der stärkeren Steigung vorangehenden Station; bei Strafsen aber mufs die Last ungeteilt durchgehen.

1. Einflufs der Steigungen auf kurzen Strecken.

a) Im Flachlande. Nach älteren und neueren Erfahrungen ist es statthaft, auf Wegstrecken, die nicht länger als etwa 600 **m** sind, den Pferden die doppelte Zugkraft zuzumuten, ohne sie zu sehr zu ermüden, wenn nur auf solche stark ansteigende Wegstrecken wieder wagerechte Strecken, oder solche mit geringerer Steigung folgen, auf denen die Zugtiere sich erholen können. (Es soll sogar die Erhöhung auf das 2½fache der normalen Zugkraft in solchen Fällen zulässig sein, was uns aber zu anstrengend für die Pferde erscheint.) Dieser Erfahrung entspricht auch die Maschek'sche Kraftformel. Setzt man in derselben $v = \frac{1}{2} c$, $z = \frac{1}{2} t$, so folgt:

$$K = k\left(3 - \frac{1/2}{1} - \frac{1/2}{1}\right) = 2k.$$

Es setzt dies also voraus, dafs man in solchem Fall die Geschwindigkeit etwa auf 0,55 **m** in der Sekunde ermäfsigt, und durch öfter eintretende Ruhepausen die Arbeitszeit abkürzt.

Ist nun Q die Last, welche die Pferde auf wagerechter Strecke bei normaler Zugkraft k fortschaffen können, so ist $k = \mu Q$ und für eine mit α ansteigende Strafse die zur Fortschaffung von Q nötige Zugkraft K:

$$K = \mu Q + tang\,\alpha\,(Q + G) \quad \ldots \ldots \quad 10.$$

Es soll nun nach obiger Bedingung $K = 2k$ sein; somit wenn α_0 die zugehörige Steigung:

$$2k = 2\mu Q = \mu Q + tang\,\alpha_0\,(Q + G),$$

woraus folgt:

$$tang\,\alpha_0 = \frac{\mu Q}{Q + G} \quad \ldots \ldots \quad 11.$$

Vernachlässigt man das Gewicht des Pferdes gegen das der geförderten Bruttolast, so erhält man annähernd:

$$tang\,\alpha_0 = \mu, \quad \ldots \ldots \quad 11^a.$$

d. h. der Steigungswinkel α, bei welchem die Zugkraft der Pferde gerade verdoppelt wird, ist angenähert gleich dem Reibungswinkel, oder wenn wir unter „Steigung" den Tangentenwert des Steigungswinkels verstehen: die Steigung ist gleich dem Widerstandskoeffizienten. Je kleiner also μ wird, um so geringer dürfen auch die Ansteigungen sein, wenn die auf dem übrigen Teil der Strafse zu bewegende gröfste zulässige Last nicht beeinträchtigt oder Vorspann nötig werden soll.

Auf schlechten Wegen dagegen ist μ gröfser, als auf guten Strafsen und demgemäfs ist hier auch eine gröfsere Steigung auf kurze Strecken zulässig, als bei guten Strafsen, ohne dadurch die Nutzlast zu beeinträchtigen, nur ist die Nutzlast hier von vornherein kleiner, als auf guten Strafsen.

Je mehr $tang\,\alpha$ wächst, um so mehr überwiegt in der Gl. 10

$$K = \mu Q + tang\,\alpha\,(Q + G) = Q\,(\mu + tang\,\alpha) + G\,tang\,\alpha$$

der Faktor $tang\,\alpha$ gegen μ; daher kommt es, dafs bei sehr grofsen Steigungen die von einem Pferde zu ziehende Bruttolast auf guter Strafse wenig von der auf schlechtem Wege abweicht (s. die Bemerkung zu Gl. 6, S. 24). Die Tabelle VIII zeigt, dafs z. B. bei 10% Steigung die Bruttolast auf Erdstrafsen $\left(\mu = \frac{1}{20}\right)$ nur um 33 bezw. 66 **kg** geringer ist, als auf Chausseen bezw. Pflasterstrafsen, während sich die Lasten auf wagerechter Bahn wie 1 : 1,5 : 2,5 verhalten.

Wenn somit die Ladung nach der Wagerechten festgesetzt ist, also die Kraft der Pferde auf der wagerechten Strafse vollständig ausgenutzt wird, und wenn bei

Steigungen die Zugkraft nicht mehr als das Doppelte betragen soll, so dürfen diese Steigungen betragen:

bei Erdstrafsen, wo $\mu = \frac{1}{20}$ . . . . . 5 %

bei Chausseen, „ $\mu = \frac{1}{33}$ . . . . . 3 %

bei Pflasterstrafsen, „ $\mu = \frac{1}{50}$ . . . . . 2 %

Entsprechende Verhältnisse finden auch bei Eisenbahnen statt. Da der Widerstandskoeffizient hier etwa $\frac{1}{250}$ beträgt, so wird auf einer Steigung von 4 ‰ die Zugkraft verdoppelt; kurze Steigungen von 4 ‰ sind deshalb in ebenem Gelände wohl zulässig, da sie mit Anlauf genommen werden können, bei steileren Gefällen mufs aber die Kraft der Lokomotive vermehrt oder die Ladung vermindert werden. Aus dem geringen Werte von μ bei Eisenbahnen erklärt sich aber auch der schädliche Einflufs von Steigungen gegenüber den Landstrafsen; er ist bei ersteren nahezu 10 mal so ungünstig als bei letzteren.

Die oben angegebenen zweckmäfsigsten Steigungen für kürzere Strafsenstrecken lassen noch einen weiteren Vorteil nachweisen. Berechnet man nämlich nach Gleichung 6[a] die Zugkraft auf einem Gefälle $tang\,\alpha = \mu$, so findet man (unter Vernachlässigung von G) $W = 0$, es bedeutet dies, dafs auf Gefällen gleich dem Reibungskoeffizienten die Pferde nicht anzuhalten und die Bremsvorrichtungen nicht in Tätigkeit gesetzt zu werden brauchen, wie dies bei stärkeren Gefällen nötig wäre. Die Pferde arbeiten sehr ungünstig beim Zurückhalten der Wagen, und mangelhafte Bremsen machen dann die Fahrt mehr oder weniger gefahrvoll.

b) Im Hügellande. Die eben bestimmten zweckmäfsigsten gröfsten Gefälle für kurze Strafsenstrecken setzen voraus, dafs die Ladung Q nach der Wagerechten festgesetzt werde, und sind somit nur für das Flachland passend, ja selbst hier nicht in allen Fällen, weil auch im Flachlande längere wagerechte Strafsenstrecken schon aus Rücksichten leichter Entwässerung selten sind, und es oft nötig sein wird, die Ladung nicht nach der Wagerechten, sondern nach einer, wenn auch geringen Steigung festzusetzen. Im Hügellande aber müssen diese gröfsten Steigungen eine Abänderung erleiden und zwar aus verschiedenen Gründen.

Wenn hier — chaussierte Strafsen vorausgesetzt — nur Steigungen von 3 % angewendet werden könnten, so würden häufig grofse Baukosten erwachsen, denn sehen wir von eigentlichen Talstrafsen ab, so sind bei den Strafsenzügen im Hügellande häufig Quertäler zu überschreiten, deren Hänge weit mehr als 3 % Gefälle haben. Man müfste diese entweder in hohem Auftrage überschreiten oder grofse Umwege suchen, weshalb hier stärkere Gefälle angezeigt sind. Solche lassen sich aber auch theoretisch dadurch rechtfertigen, dafs bei Strafsen im Hügellande wagerechte Strecken überhaupt nicht vorkommen; bei den am günstigsten gelegenen Strafsenzügen — den Talstrafsen — ist wenigstens das Gefälle des Tales zu überwinden und kann hier eine Festsetzung der Ladung nach der Wagerechten keinesfalls Platz greifen. Die gröfste Steigung mufs sich deshalb hier nach der für die Ladung mafsgebenden Steigung richten, oder was auf dasselbe herauskommt, nach der für die betreffende Strafse oder Gegend üblichen Normalladung, welche jedenfalls kleiner ist, als die Ladung für die Wagerechte. Bezeichnen wir diese Normalladung mit Q_1, die entsprechende Steigung mit α_1 und ist wieder k die normale Zugkraft, so ist nach Gl. 10:

$$k = \mu\, Q_1 + tang\,\alpha_1\,(Q_1 + G),$$

woraus

$$tang\,\alpha_1 = \frac{k - \mu\, Q_1}{Q_1 + G} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 12.$$

Damit ist die mafsgebende Steigung bestimmt, auf welcher die Nutzlast Q_1 mit normaler Geschwindigkeit befördert werden kann. — Suchen wir nun eine Steigung $tang\,\alpha_0$, auf welcher die Pferde zur Beförderung derselben Nutzlast Q_1 die doppelte Zugkraft gleich $2\,k$ auszuüben haben, so erhalten wir ebenso

$$tang\,\alpha_0 = \frac{2\,k - \mu\,Q_1}{Q_1 + G} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 12^a.$$

als der Nutzlast Q_1 entsprechende gröfste Steigung.

Nehmen wir beispielsweise für eine chaussierte Strafse die Nutzlast zu 1200 **kg**, das Wagengewicht zu 400 **kg** f. d. Pferd, somit die Bruttolast zu 1600 **kg** an, wie dies im Hügellande in Württemberg üblich ist, so findet man die mafsgebende Steigung

$$tang\,\alpha = \frac{75 - 0{,}03 \,.\, 1600}{1600 + 350} = 1{,}36\,\%$$

und die gröfste Steigung (für welche $K = 2\,k = 150$ kg) aus der Gleichung:

$$tang\,\alpha_0 = \frac{150 - 0{,}03 \,.\, 1600}{1600 + 350} = 5{,}22\,\%,$$

somit wäre auf einer chaussierten Strafse mittlerer Güte bei einer Steigung von 5,2 % die doppelte normale Zugkraft aufzuwenden, wenn die Normalbelastung zu 1600 **kg** Brutto angenommen wird; längere Strecken dürften aber nur mit einer gröfsten Steigung von 1,36 % gebaut werden.[25])

Behalten wir für eine Pflasterstrafse die Steigung von rund 5 % als gröfste Steigung bei, so finden wir die Bruttoladung Q_2, welche doppelte Zugkraft erfordert, aus der Gleichung:

$$2\,k = \mu\,Q_2 + tang\,\alpha_0\,(Q_2 + G)$$

$$Q_2 = \frac{2\,k - G\,tang\,\alpha_0}{\mu + tang\,\alpha_0} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 13.$$

und die früheren Zahlenwerte eingesetzt:

$$Q_2 = \frac{150 - 350 \,.\, 0{,}05}{\frac{1}{50} + 0{,}05} = 1893 \text{ kg},$$

woraus hervorgeht, dafs bei Pflasterstrafsen mit kurzen Steigungen von 5 % unter Voraussetzung von 400 **kg** Wagengewicht Nutzladungen von 1500 **kg** für das Pferd zulässig sind.

Die im Hügellande beim Frachtfuhrwerk gebräuchlichen geringeren Nutzladungen gestatten deshalb schon ziemlich gröfsere Steigungen, als aus der Gleichung 11 bezw. 11ª hervorgehen; für Strafsen von geringerer Bedeutung kommt aber noch der Umstand in Betracht, dafs leichteres Fuhrwerk, wie Landfuhrwerk, Personenwagen u. s. w. vorherrschen, wobei nicht nur die Nutzladung für das Pferd kleiner ist, sondern auch das Wagengewicht. Die Steigungsgrenzen liegen deshalb für Strafsen, bei denen leichter Verkehr vorherrscht, noch höher, als oben für Strafsen im Hügellande berechnet wurde. Wird beispielsweise das Gewicht eines zweispännigen Postwagens samt Belastung zu 1800 **kg** angenommen, so ist die Steigung, bei welcher ein Pferd die doppelte Normalzugkraft ausübt:

$$tang\,\alpha_0 = \frac{150 - \frac{1}{33} \,.\, 900}{900 + 350} = 9{,}8\,\%.$$

Es können somit für leichte Fuhrwerke überhaupt viel stärkere Steigungen angewendet werden, als für schweres Frachtfuhrwerk, und mufs deshalb bei Bestimmung der gröfsten Steigung der Strafse auch die Art des Verkehrs ins Auge gefafst werden.

[25]) Mit einer Nutzladung von 1000 kg statt 1200 kg f. d. Pferd erhält man eine mittlere Steigung von 1,86 % und eine gröfste Steigung von 6,15 %.

Nachstehend ist nun eine Tabelle berechnet, aus welcher, ausgehend von der für einen Strafsenzug üblichen Bruttobelastung der Wagen, die gröfste Steigung entnommen werden kann, auf welcher die Pferde mit doppelter Normalzugkraft diese Bruttolast zu befördern imstande sind. Die Annahmen sind die früheren: $k = 75$ **kg**, $G = 350$ **kg**.

Tabelle X.

Gröfste Steigung bei doppelter Normalzugkraft der Lasttiere.

Bruttolast f. d. Pferd in Kilogrammen	Gröfste Steigung für kurze Strecken nach Gleichung 12a: Erdstrafse $\mu = \frac{1}{20}$	Chaussee $\mu = \frac{1}{33}$	Pflaster $\mu = \frac{1}{50}$
4000	—	0,69%	1,60%
3500	—	1,17	2,08
3000	0,0%	1,79	2,59
2500	0,88	2,08	3,51
2250	1,44	3,17	4,04
2000	2,13	3,83	4,68
1750	2,98	4,65	5,48
1500	4,05	5,68	6,48
1250	5,47	7,04	7,81
1000	7,41	8,88	9,63
750	10,22	11,60	12,27[26])

2. Einflufs der Steigungen auf längeren Strecken. Wir gingen bisher von der Annahme aus, dafs die Zugkraft der Pferde auf Strecken von etwa 600 **m** Länge ohne Anstand verdoppelt werden kann, was bei 4% Steigung einer Höhe von 24 **m**, bei 5% von 30 **m** entspricht (die Maschek'sche Kraftformel gibt dann eine Geschwindigkeit von 0,55 **m** in der Sekunde bei nur vierstündiger Arbeitszeit). Im Hügellande und namentlich im Gebirge sind aber häufig gröfsere Höhen als 24 bis 30 **m** zu ersteigen, und müfsten in solchen Fällen, um die seitherigen Betrachtungen in Geltung zu lassen, alle 600 **m** wagerechte Strecken für die Ruhepausen eingeschaltet werden. Die wagerechten Zwischenstrecken erschweren aber sehr die Talfahrt und werden nicht gerne angewendet, — man führt besser eine gleichmäfsige Steigung durch und es handelt sich nur um die Bestimmung der zweckmäfsigsten Gröfse der letzteren. Hierbei kommt die Stärke und Art des Verkehrs, ob leichtes oder schweres Fuhrwerk, die Normalladung, die Kosten der Anlage und der Strafsenunterhaltung in Betracht; es wird diejenige Steigung zu wählen sein, bei welcher die Kosten der Beförderung mit Einrechnung der Verzinsung des Anlagekapitals und der Strafsenunterhaltung am geringsten werden.[27])

Noch stärkere Steigungen kann man anwenden, wenn der schwere Frachtverkehr bergab geht, Bau- und Brennholz, Bausteine, Kohlen u. s. w. gehen häufig vom Gebirge in die Täler hinab, während nur leere Wagen oder leichtes Fuhrwerk bergauf verkehren.

---

[26]) Schon Bockelberg hat darauf aufmerksam gemacht, dafs kurze Steigungen von Strafsen nicht nach der Gleichung $tang\,\alpha_0 = \mu$ zu bestimmen seien, sondern man habe statt μ das Verhältnis zwischen Ladung und Zugkraft einzuführen, so dafs man erhält: $tang\,\alpha_0 = \frac{k}{Q}$. Diese Gleichung ist indessen nur eine Vereinfachung unserer Formel 12a, indem man G gegen Q_1 vernachlässigt und k gegen $\mu\,Q_1$ streicht. Da unsere Formel genauer ist, so haben wir diese bei der Berechnung obiger Tabelle zugrunde gelegt.

[27]) Die Lösung solcher Fragen ist Sache des Trassierens (siehe hierüber § 5 und Handbuch, Bd. I, Vorarbeiten für Strafsen).

3. Zweckmäfsige gröfste Steigungen. Nach dem vorstehend Erörterten sind etwa die folgenden Steigungen als Gröfstwerte zulässig:

Hauptstrafsen in der Ebene	3%.
„ im Hügellande	4 bis 5%.
„ im Gebirge	6%
bei Alpenstrafsen	7 bis 8%
Vizinalstrafsen	6 bis 7%
Feld- und Waldwege mit Taltransport . .	10 bis 12%

Wir haben die Werte für Hauptstrafsen absichtlich etwas höher gegriffen, als sonst geschieht, da doch in gegenwärtiger Zeit der schwere Frachtverkehr mehr und mehr durch den Einflufs der Eisenbahnen von den Hauptstrafsen verschwindet, dagegen auf den Vizinalstrafsen, welche vielfach als Zufahrtswege zur Bahn dienen, sich steigert.

4. Erfahrungsergebnisse über zweckmäfsige Steigungen. Nicht uninteressant dürfte es sein, die oben gefundenen Steigungen und Bruttolasten mit einigen der Praxis entnommenen Angaben zu vergleichen.

Die württembergischen Strafsen, meist noch aus älterer Zeit herrührend, sind mit abwechselnden Steigungen und Gefällen von 5—6% angelegt und wird im Durchschnitt (Sommer und Winter ineinander gerechnet) für einen Zweispänner eine Ladung von 2000 bis 2500 **kg** gerechnet. Ein Wagengewicht von 800 **kg** vorausgesetzt, ergibt sich eine Bruttolast für das Pferd von 1200 bis 1700 **kg**, für welche aus Formel 12ª eine Steigung von 6,1 bezw. 5% sich ergibt.

Bockelberg[28]) führt an, dafs auf der Strafse Hannover-Hildesheim über den Hülpersberg Steigungen von $\frac{1}{28} = 3{,}6\,\%$ vorkommen, und dafs hier erst bei Ladungen von über 3000 **kg** für das Pferd Vorspann angewendet wurde. Der Widerstandskoeffizient dieser Strafse wird zu $\frac{1}{50}$ angegeben, und gibt Tabelle X hierfür als gröfste Steigung: 2,59%. Es müssen demnach hier stärkere Pferde vorausgesetzt werden, deren normale Zugkraft nach Gl. 10:

$$k = \frac{1}{2}\,K = \frac{\mu Q + tang\,\alpha (Q + G)}{2} = 90\ \mathbf{kg} \quad \text{beträgt.}$$

Die russischen Frachtfuhren befördern mit Einspännern auf den dortigen Erdwegen eine Ladung von 30 Pud = 450 **kg** bei einem Wagengewichte von 15 Pud = 225 **kg**, somit Bruttogewicht für das Pferd 675 **kg**. Für die dortigen kleinen Pferde kann eine normale Zugkraft von 50 bis höchstens 60 **kg** angenommen werden und ergibt sich aus Gleichung 12ª eine gröfste Steigung von

$$tang\,\alpha_3 = \frac{120 - \frac{1}{20}\,.\,675}{675 + 250} = 9\,\%,$$

welche Steigungen bei Überschreitung der in der Steppe eingeschnittenen tiefen Talrisse häufig genug vorkommen. Bei schlechtem Wege $\left(\mu = \frac{1}{10} - \frac{1}{5}\right)$ haben allerdings die Pferde Mühe, das geringe Gewicht auf ebener Strafse fortzuschaffen.

Es erübrigt noch, die oben gegebenen Werte für die Strafsengefälle mit denjenigen anderer Strafsenbaumeister, sowie mit den Vorschriften zu vergleichen, die in manchen Staaten bezüglich der gröfsten zulässigen Strafsensteigungen erlassen sind.

Bockelberg empfiehlt in dem eben erwähnten Aufsatze folgende Annahmen für Strafsen mit starkem Frachtverkehr:

Im Flachlande	2½ bis 3%
im Hügellande	3,0 bis 3,5%
in Berggegenden	3,5 bis 5%
im hohen Gebirge	5 bis 7%

Wir haben schon oben erwähnt, warum wir dafür halten, dafs diese Zahlen in gegenwärtiger Zeit entsprechend höher gegriffen werden.

Die badische Verordnung bestimmt als gröfste Gefälle[29]):

Bei Hauptlandstrafsen mit grofsem Verkehr	5%
bei Seitenstrafsen	6%

[28]) Bockelberg. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1855, S. 198.

[29]) Bär, Wasser- u. Strafsenbauverwaltung im Grofsherzogtum Baden. Karlsruhe 1870. S. 493.

bei Gebirgsstraſsen, die nicht zur Klasse der Hauptstraſsen gehören . 8 %
auf Wendeplatten . . . . 2 %

Eine groſse Zahl von Vorschlägen verschiedener Ingenieure führt Bockelberg an, und seien hiervon folgende erwähnt:

Pechmann	für kurze Steigungen	$\frac{1}{16}$	= 6,2 %
„	für längere Ansteigungen	$\frac{1}{22}$	= 4,55 %
„	für noch längere Strecken mit wagerechten Wendeplatten und mit Ruheplätzen von 250 zu 250 m	$\frac{1}{25}$	= 4,0 %
Umpfenbach	für leichtes Fuhrwerk	$\frac{1}{18}$	= 5,55 %
„	für schweres Fuhrwerk	$\frac{1}{24}$	= 4,2 %
„	als gröſste Bequemlichkeit	$\frac{1}{36}$	= 2,8 %
Courtin	für den Simplon	$\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{10}$	= 8,3 bis 10 %
„	für den Mont Cenis	$\frac{5}{72}$	= 6,95 %
Sganzin	in der Ebene	$\frac{1}{18}$	= 5,55 %
„	im Gebirge	$\frac{1}{14}$	= 7,15 %

Die französische Verordnung bestimmt nach (Elie de Beaumont), daſs die gröſste Steigung nur 5 % betragen soll.

Die Zirkularverfügung des preuſsischen Handelsministeriums vom 18. Mai 1871 bestimmt als gröſste zulässige Steigungen in gebirgigen Gegenden 5 %, im Hügelland 4 %, im Flachland 2,5 %.

Bei anhaltenden Steigungen in gröſserer Gesamthöhe als 30 m und wenn eine gröſsere Steigung als 4 % angewendet wird, ist auf jede folgende Höhe von 30 m die Steigung um je ½ % zu vermindern, bis sie 4 % erreicht hat.

Daſs diese verschiedenen Angaben von unseren oben gewonnenen Schlüssen mehrfach abweichen, ist nicht zu verwundern, denn es herrschen offenbar an verschiedenen Orten so ungleiche Verhältnisse vor, daſs nicht alles nach einem Maſsstabe gemessen werden kann. Diesen Umständen glauben wir aber dadurch in passender Weise Rechnung getragen zu haben, daſs wir die gröſste zulässige Steigung von der landesüblichen Nutzlast abhängig machen, und nicht vom Reibungskoeffizienten, wobei wir nur die Bedingung stellen, daſs Nutzlast und Wagengewicht im richtigen Verhältnis stehen, ein Verhältnis, das man für Hügelland und Gebirge etwa wie 2 : 1 annehmen kann.

5. Allgemeine Regeln für die Feststellung der Steigungen. Die Feststellung der Steigungen einer zu erbauenden Straſse hängt nicht immer von technischen Rücksichten ab, sondern namentlich im Hügelland und in Gebirgsgegenden von wirtschaftlichen Fragen, indem die einer Straſse zu gebende Steigung einen wichtigen Einfluſs auf die Beförderungskosten ausübt. Derjenige Straſsenzug wird der beste sein, für welchen die Kosten für die Tonne, unter Berücksichtigung des auf ihm vorherrschenden Verkehrs, am kleinsten wird. — Wird im Gebirgslande für eine Straſse eine geringe Steigung gewählt, so ist eine gröſsere Nutzladung für das Pferd möglich, aber die Straſse wird länger, Bau- und Unterhaltungskosten wachsen, ebenso die zum Durchfahren nötige Zeit und wird häufig, namentlich wenn auf der Straſse vorzugsweise Verkehr mit leichtem Fuhrwerk stattfindet, eine stärkere Steigung sich als zweckmäſsiger erweisen.

Derartige Fragen lassen sich rechnerisch verfolgen und wird bezüglich der Lösung derselben auf Band I der 4. Auflage des I. Teils vom Handbuch: „Vorarbeiten für Straſsen und Eisenbahnen“, § 42, verwiesen.

In technischer Beziehung mögen noch folgende Angaben Platz finden:

Eine streckenweise Verminderung der Straſsensteigungen bei langen Steigen, wie solche in der preuſsischen Verordnung vorgeschrieben sind, vermögen wir nicht zu be-

fürworten: die beste Strafse ist offenbar diejenige, welche eine gegebene Höhe mit einer der gewöhnlichen Ladung entsprechenden Steigung erreicht, Abweichungen hiervon geben nur Anlafs zur Vergeudung von Arbeitskraft, es wäre denn, dafs eine solche Linie dem Gelände ohne Verlängerung des Strafsenzuges angepafst werden kann.

Ganz verwerflich aber sind wagerechte Ruheplätze, da sie bei der Talfahrt eine beständig wechselnde Behandlung der Bremsen veranlassen, und grofse Unbequemlichkeit und Zeitaufwand für den Fuhrmann herbeiführen.

Eine Ausnahme gilt für die grofsen Strafsenwendungen (Kehrplatten, Wendeplatten in den Serpentinen). Hier ist der Widerstand der Bewegung durch die starke Krümmung ohnedies vermehrt, und daher eine Ermäfsigung der Steigung sowohl bezüglich der Bergfahrt, als der Talfahrt angezeigt.

Für die Personenbeförderung ist noch zu bemerken, dafs Steigungen von $\frac{1}{30} = 3{,}33\,\%$ einen anhaltenden Trab noch zulassen, nicht mehr aber solche von $\frac{1}{20} = 5\,\%$. Bei der Talfahrt ist eine Hemmung nötig, wenn die Steigung den Widerstandskoeffizienten übersteigt, im Trabe können ohne Hemmung höchstens noch Gefälle von 4 % ohne Gefahr und erst solche von 3 bis 2,5 % bequem befahren werden. Lange starke Gefälle werden deshalb ebenso wie starke Steigungen zum Langsamfahren nötigen.

Die geringste Strafsensteigung, die passend eine Strafse haben soll, hängt mit der Strafsenunterhaltung zusammen. Näheres hierüber siehe § 5 (Trassieren der Strafsen).

B. Bau der Landstrafsen.

§ 5. Allgemeine Strafsenrichtung. Grundsätze beim Trassieren der Strafsen. Beim Trassieren der Strafsen handelt es sich ebenso wie beim Entwerfen der Eisenbahnen um die wirtschaftliche (kommerzielle), wie auch um die technische Seite der Frage. Doch ist die Trassierung von Strafsen wesentlich verschieden von der der Eisenbahnen, weil es sich bei Strafsen in den weitaus meisten Fällen nicht um Erzielung einer Rente handelt, sondern nur darum, den Verkehr zwischen einer Zahl von Wohnorten zu erleichtern und die Kosten der Beförderung auf ein geringstes Mafs zu bringen.

In technischer Beziehung besteht die Verschiedenheit darin, dafs eine Strafsenlinie sich mehr dem Gelände anschmiegen kann und mufs, als eine Eisenbahnlinie. Geringe Erdarbeiten und Kunstbauten, oder was auf dasselbe herauskommt, geringe Anlagekosten sind für eine Strafse erste Bedingung, dagegen ist eine Verlängerung der Linienführung viel weniger schädlich, als bei einer Eisenbahn. Da bei den Strafsen Halbmesser und Steigungen in viel weiteren Grenzen sich ändern können, als bei Eisenbahnen und die Grenzwerte ganz bedeutend abweichen[30]), so können gröfsere Kunstbauten bei Strafsen im gewöhnlichen Gelände fast immer umgangen werden, aber eben deshalb erfordert die Trassierung einer Strafse eine viel eingehendere Erforschung des Geländes, und die Aufgabe erhält einen anderen Charakter, als beim Eisenbahnbau. Die Aufgabe vereinfacht sich aber insofern, als für Strafsen die Natur und Gröfse des Verkehrs besser bekannt ist.

Soll eine Trassierungsaufgabe allgemein gelöst werden, so sind nach verschiedenen, teils wirtschaftlichen, teils technischen Gesichtspunkten mehrere Linien aufzustellen. Für

---

[30]) Kleinster Halbmesser bei Bahnen etwa 180 m, bei Strafsen 6 m, gröfste zulässige Steigung bei Bahnen $2\frac{1}{2}\,\%$, bei Strafsen 10 %.

jede derselben sind zu berechnen die Anlagekosten der Strafse, die Unterhaltungskosten und schliefslich die Frachtkosten sämtlicher auf der Strafse zu befördernden Güter. Schlägt man zu den reinen Frachtkosten für die Tonne die auf die Tonne treffenden Strafsenunterhaltungskosten und Zinsen des Anlagekapitals hinzu, so ist diejenige Linie vorzuziehen, für welche die Kosten für die Tonne am geringsten sich herausstellen.

In der Regel liegt aber die Aufgabe für den Ingenieur viel einfacher: die allgemeine Strafsenrichtung ist durch Entscheidung der beteiligten Gemeinden oder Körperschaften bestimmt, es wird sich deshalb nur um wenige Linien mit gegebenen Endpunkten handeln, die in der oben bezeichneten Weise miteinander zu vergleichen sind. Es kann zu entscheiden sein, ob eine längere Trasse mit geringer Steigung, aber gröfseren Anlagekosten einer kürzeren Trasse mit stärkerer Steigung vorzuziehen ist; es sollen derartige Aufgaben in § 6 besonders behandelt werden.

Wie schon in der Einleitung S. 6 kurz erwähnt, teilen wir nach ihrer Wichtigkeit die Landstrafsen in folgende Klassen ein:

1. Staatsstrafsen oder Hauptstrafsen *(routes nationales, routes de grande communication)*,
2. Vizinalstrafsen oder Kommunikationswege *(chemins vicinaux)*,
3. Feldwege *(chemins ruraux)* und Waldwege.

Staatsstrafsen sind Verbindungswege für den allgemeinen Verkehr, ihre Erstellung steht dem Staate zu; sie können auch bei vollständig ausgebreitetem Eisenbahnnetz für solche Bezirke noch nötig werden, die vermöge ihrer geographischen Lage nicht in das Eisenbahnnetz hereingezogen werden können (Alpenstrafsen). Sie sind für den schweren Frachtverkehr einzurichten, da industrielle Anlagen, namentlich solche, die auf Benutzung von Wasserkräften angewiesen sind, auch in entlegenen Bezirken gelegen sein können.

Vizinalstrafsen (Verbindungs- und Verkehrsstrafsen) dienen zur Verbindung einzelner Orte untereinander und vermitteln ihren Verkehr mit den Marktorten, — sie sind mit Rücksicht auf gröfsere Sparsamkeit zu bauen, müssen aber ebenfalls dem Frachtverkehr dienen können, namentlich wenn sie als Zufahrtsstrafsen zu Eisenbahnen benutzt werden.

Feldwege sind die Verbindungswege zwischen den Ortschaften und deren Feldmarkungen, sie richten sich meist nach der Einteilung der Parzellen und liegt ihre Anlage seltener dem Ingenieur ob. Nachdem in neuerer Zeit der Grundsatz sich Bahn gebrochen hat, dafs jedes Grundstück auch eine Zufahrt haben soll, die jederzeit benutzbar ist, seit also der Flurzwang aufgehoben ist, hat die Anlage eines zweckmäfsigen Feldwegnetzes erhöhte Bedeutung erhalten; es würde uns aber zu weit führen, wollten wir die Feldwegregulierungen in den Kreis unserer Betrachtungen hereinziehen. Dasselbe gilt auch von Waldwegen, welche angelegt werden, um ausgedehnte Forsten besser bewirtschaften zu können. Bei Feld- und Waldwegen geht meist der Hauptfrachtverkehr bergab, starke Steigungen sind deshalb weniger schädlich, als bei den Verkehrsstrafsen höherer Ordnung.

1. Wirtschaftliche (kommerzielle) Trassierung. Die Untersuchung der Bauwürdigkeit einer Strafse ist, wie schon oben S. 37 angeführt wurde, insofern viel einfacher, als für eine neu zu erstellende Eisenbahn, als bei letzterer auf eine Rente gerechnet werden mufs, während bei Strafsenanlagen der Verkehr vollständig frei ist, und es sich höchstens darum handelt, zu untersuchen, ob die Strafse für das Gedeihen der in Betracht

kommenden Gegend die aufzuwendenden Kosten rechtfertigt oder ob durch Schaffung einer leistungsfähigen Strafse die Ausbeutung von Bodenschätzen (Bausteinen u. s. w.) ermöglicht wird, welche ohne Strafsenanlage unbenutzt bleiben müfsten.

Hierauf bezügliche Berechnungen sind im I. Teil des Handbuchs, Band I, Kap. I (Vorarbeiten) § 38 u. 39, durchgeführt und wird hiermit auf diese verwiesen.

Hervorgehoben mag nur noch werden, dafs bei einem ausgedehnten Wegenetz in der Nähe der Absatzorte der Verkehr um so gröfser sein wird, je bedeutender der Ort ist. In kurzer Entfernung nimmt der Verkehr aber meist sehr rasch ab, namentlich dann, wenn Eisenbahnen zwischen den Absatzorten vorhanden sind, wie dies die Verkehrskarten der Abb. 1 u. 2, Taf. I für Ulm (1892) und Freiburg (1877) zeigen.

2. Technische Trassierung.

a) Einteilung der Strafsentrassen. Der Charakter einer Strafsentrasse hängt zunächst mit der Beschaffenheit des Geländes zusammen und können wir in dieser Beziehung unterscheiden: Talstrafsen, Hochstrafsen und Strafsen zur Ersteigung von Hochebenen oder zur Überschreitung von Wasserscheiden, Steigen genannt.

α. Die Talstrafsen sind insofern die natürlichsten Strafsen, als die bewohnten Orte meistens in den Tälern liegen, trotzdem finden wir namentlich im Hügellande, dafs die Hauptverkehrsstrafsen häufig die Täler verlassen, um entweder die Hochebene aufzusuchen oder um in andere Talgebiete überzugehen. Es hängt dies damit zusammen, dafs Hauptverkehrsorte nur selten in einem und demselben Tale liegen und dafs ferner die Talstrafsen zu den teuersten Anlagen gehören.

Bezüglich des Höhenplanes (Längenprofils) ist eine Talstrafse meist im Vorteil gegenüber anderen Strafsen. Ihr Gefälle ist gering und entspricht im allgemeinen demjenigen des Wasserlaufes; Gegensteigungen werden nur ausnahmsweise vorkommen. Dagegen sind bei gewundenem Laufe des Tales Krümmungen und Umwege nicht zu vermeiden, da man mit Rücksicht auf Ersparung von Brücken meist genötigt ist, eine Seite des Tales auf gröfsere Länge beizubehalten. Die Wahl der passendsten Talseite kann manchmal schwierig sein, da die wichtigsten Ortschaften auf beiden Ufern abwechselnd liegen können; in stark bewohnten Tälern findet man deshalb häufig Strafsen oder wenigstens Verbindungswege auf beiden Flufsufern.

Kunstbauten wird eine Talstrafse immer in grofser Zahl und in bedeutender Gröfse aufweisen, weil alle Seitentäler in ihrem Unterlauf zu überschreiten sind; im Hügel- und Gebirgslande ist auch eine Überschreitung des Haupttales häufig angezeigt, wenn das eine Ufer nicht mehr befahrbar ist oder wenn man Hindernissen irgend welcher Art ausweichen mufs. Aufser den Durchlässen für die Seitentäler können Schutzbauten gegen die Einflüsse des Hochwassers (s. Abb. 7 bis 9, Taf. V), Futtermauern an steilen Abhängen noch nötig werden, auch grofse Einschnitte sind häufig wohl nicht zu vermeiden, wenn die Strafse von der Talsohle in den steilen Hang verlegt werden mufs.

Die Anlagekosten der Talstrafsen werden hierdurch sehr hoch, wozu auch der gewöhnlich teuere Grunderwerb der Ländereien beiträgt.

Die Unterhaltungskosten einer Talstrafse erhöhen sich dadurch, dafs die Strafse der Sonne und dem Winde weniger ausgesetzt ist und infolge dessen langsamer austrocknet, sich also rascher abnutzt, als hochgelegene Strafsen.

Im allgemeinen dienen deshalb Talstrafsen ihrem Zweck besser, sie sind aber teurer, als Hochstrafsen; man wird sie vorzugsweise im Gebirgslande anwenden, wo die Wasserscheiden meist nicht befahrbar sind. Im flachen Lande sind die Täler in der

Regel feucht und sumpfig, und sind hier Hochstrafsen vorzuziehen, auch im Hügellande ist dies häufig vorteilhafter, insofern in den engen krummen Tälern die Strafsen lang und teuer werden.[31])

β. Die Hochstrafsen sind solche Strafsen, welche den Wasserscheiden folgen oder in der Nähe derselben sich hinziehen; der natürlichen Beschaffenheit der Wasserscheide nach werden hier Steigungen mit Gefällen abwechseln, überhaupt gröfsere Steigungen nötig werden, als bei Talstrafsen. Die Krümmungshalbmesser werden meist nicht unter den zulässigen kleinsten Halbmesser herabgehen, aber im allgemeinen kann die Strafsenlinie ebensoweit von der Geraden abweichen, wie in gewundenen Tälern, da die Wasserscheiden namentlich im Hügelland noch mehr Unregelmäfsigkeiten zeigen als die Täler.

Kunstbauten sind ebenfalls nicht zu vermeiden, weil man den Krümmungen der Wasserscheide sich nicht vollständig anschliefsen kann; einzelne Quertäler müssen immer übersetzt werden, aber es geschieht dies in ihrem oberen Lauf, wo die Wassermenge klein ist und somit sind weniger und einfachere Kunstbauten nötig, als bei Talstrafsen. Dieser Umstand, sowie billigerer Grunderwerb bedingen geringere Anlagekosten als bei Talstrafsen, wenn auch im allgemeinen die Erdarbeiten weniger günstig sich gestalten werden; auch die Unterhaltungskosten sind geringer, weil die Strafse freier liegt und leichter austrocknet.

γ. Steigen als Verbindungswege der Täler mit Hochebenen oder von Tälern untereinander mit Überschreitung von Wasserscheiden erhalten die stärksten Steigungen; man ist häufig genötigt, die gröfste zulässige Steigung (vergl. § 4, S 33) anzunehmen, weil von ihr die Länge der Verbindungsstrafse abhängt, wenn zur Überwindung der Wasserscheide eine künstliche Entwickelung der Strafse gesucht werden mufs.

Auch starke Krümmungen sind ebenfalls nicht zu vermeiden, wenn die Hänge unregelmäfsig sind. Die schärfsten Windungen bieten die Strafsenkehren oder Wendeplatten, in welchen die Richtung der Strafse wechselt (Drehung um 180°). Wir werden später diese Wendeplatten näher besprechen, hier sei nur bemerkt, dafs solche Kehren beim Strafsenbau durchaus nicht die Schwierigkeiten bieten, wie beim Eisenbahnbau; auch im steilsten Gebirge sind sie noch ausführbar, wie unsere Alpenstrafsen zeigen, während man beim Eisenbahnbau meist zu recht künstlichen Ausführungen, Kehrtunneln u. dergl., seine Zuflucht nehmen mufs.

An steilen Hängen werden die Kosten solcher Strafsen oft beträchtlich, weil grofse Erdarbeiten oder auch Stützmauern nötig sind, dagegen werden die Unterhaltungskosten geringer, weil das Wasser leicht abfliefst, es wäre denn, dafs es sich um rutschendes Gelände handelt, das man bei Aufsuchung der Strafsenlinie allerdings möglichst vermeiden mufs.

b) Bauvorschriften für die Strafsentrassierung. Ableitung des Wassers. Der gröfste Feind einer Strafsenanlage ist das Wasser; je mehr daher die Strafse von dem Bereich der Wasserläufe entfernt werden kann, desto besser Alle zur Strafse gleichlaufend liegenden Wasserläufe geben Anlafs zur Beschädigung der Strafsengräben und Dämme, das von der Bergseite zufliefsende Wasser sollte deshalb auf möglichst kurze Länge in dem Strafsengraben belassen und so bald als möglich unter der Strafse durch und seitwärts abgeführt werden.

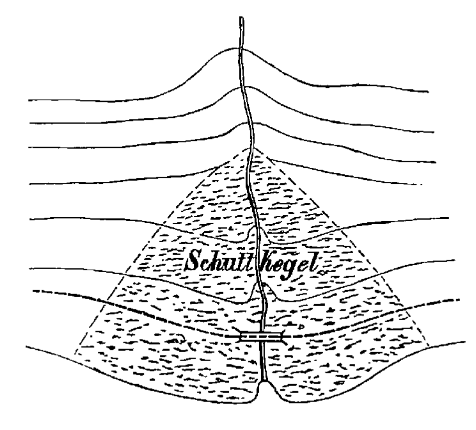
---

[31]) Im württembergischen Hügelland z. B. finden sich mehr Hochstrafsen als Talstrafsen, weil die Täler häufig eng eingeschnitten und stark gekrümmt sind und steile, schwer zu benutzende Hänge darbieten (Neckartal).

Zieht eine Strafse längs eines Flusses hin, so sind die Böschungen zu schützen und sollten die Chausseen wenigstens 0,3 bis 0,4 **m** höher als das Hochwasser gelegt werden. Wo es angeht, legt man deshalb die Strafsen entfernt von Flüssen in solche Höhe, dafs Schutzmittel entbehrt werden können.[32])

Ganz eigenartige Verhältnisse treten oft im Hochgebirge ein, wo die Strafse Schluchten überschreitet, in denen bei Regenwetter Sand und Steinmassen herabgeführt werden (sogenannte Murgänge). Die Überschreitung des Schuttkegels eines Murganges ist deshalb so schwierig, weil das Wasser nicht einer bestimmten Richtung folgt, sondern je nach Zufälligkeiten bald hier, bald dort den Schuttkegel überströmt. Man bringt hier am besten statt einer Brücke lange mit grofsen Steinen gepflasterte Mulden an, über welche das Gemenge von Schutt und Wasser wegströmen kann, ohne den Strafsenkörper zu beschädigen (Beispiel: Axenstrafse unweit Flüelen[33]), s. Abb. 12).

Abb. 12. *Überschreiten eines Schuttkegels.*



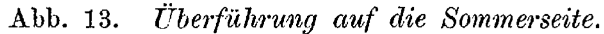
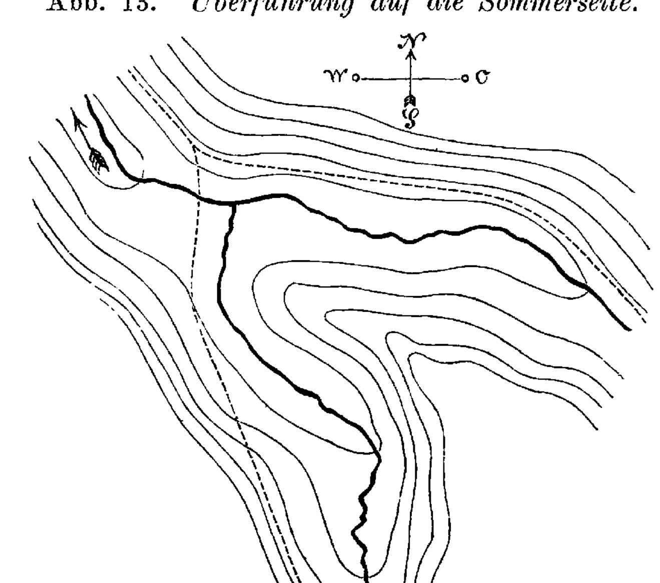


Abb. 13. *Überführung auf die Sommerseite.*



Die Unterhaltung der Fahrbahn einer Strafse wird um so teurer, je weniger leicht das Wasser abfliefsen kann, also je länger die Strafsenoberfläche nicht austrocknet; man legt deshalb die Strafse besser auf die Sommerseite (den nördlichen Hang), oder wenn das Tal von Nord nach Süd zieht, auf den westlichen Hang (s. Abb. 13), weil dann die Strafse bei Ostwind leichter austrocknet. Zieht sich eine Strafsenstrecke durch Wälder hin, so ist aus demselben Grunde beiderseits die Anlage waldfreier Streifen von etwa 10 **m** Breite zu empfehlen, damit Sonne und Wind leichter Zutritt haben.

Bei Hochstrafsen fallen die letztgenannten Rücksichten meist weg, denn da die Strafsen vermöge ihrer freieren Lage ohnedies leichter trocknen, so ist die Wahl des Abhanges weniger wichtig, als bei Talstrafsen oder Steigen.

Aufser der Entfernung des Regenwassers ist auch auf Entwässerung des Untergrundes der Strafse Bedacht zu nehmen, namentlich dann, wenn er zu Rutschungen geneigt ist. Man tut besser, wenn die Strafse notgedrungen über derartiges Gelände geführt werden mufs, dieselbe im Auftrag zu führen, weil jeder Einschnitt im Rutschgebiet

[32]) Eine Unterbrechung des Verkehrs auf 1 bis 2 Tage ist allerdings bei untergeordneten Strafsen zulässig, nur darf die Strafse nicht gar zu hoch unter Wasser stehen und die Geschwindigkeit desselben nicht über 1 m in der Sekunde betragen, damit ein Auswaschen des Strafsenkörpers vermieden wird.

[33]) Die hier für den Übergang der Gotthard-Bahn hergestellte Brücke wurde beim Anlaufen des Murganges vor der Vollendung weggerissen, und mufste die Bahn mittels eines Tunnels unter dem Schuttkegel durchgeführt werden.

Bewegungen nach sich zieht. Das wirksamste Mittel gegen Rutschungen sind richtig angelegte Entwässerungen (vergl. I. Teil dieses Handbuchs, 4. Aufl., Bd. II, Kap. II, § 7).

c) Schutz gegen Schneeverwehungen. Bei Talstrafsen sind Schneeverwehungen nur im Flachlande zu befürchten; mehr ihnen ausgesetzt sind Hochstrafsen. Die Nachteile solcher Verwehungen treten indessen bei Strafsen nicht in dem Mafse hervor, wie bei Eisenbahnen, man wird nur selten zu Schutzmitteln greifen müssen. In der Regel begnügt man sich damit, das Schneeabräumen durch die Bewohner der umliegenden Ortschaften, bei starkem Schneefall mit Bahnschlitten, besorgen zu lassen, und errichtet in Gegenden, wo keine Baumpflanzungen gedeihen, über die Winterzeit hohe Stangen mit Strohwischen längs den Strafsenrändern, die zur Angabe der sonst schwer aufzufindenden Strafsenrichtung dienen (z. B. auf der rauhen Alb).[34]) Wirkliche Schutzvorrichtungen sind nur im Hochgebirge nötig, wo stürzende Lawinen nicht nur den Verkehr auf längere Zeit unterbrechen, sondern auch die auf der Strafse verkehrenden Fuhrwerke in Gefahr bringen. Man greift hier an besonders gefährdeten Stellen zu Schutzdächern oder zu vollständigen Gallerien, aus Holz oder Stein erbaut; die Ausführungsweise solcher Anlagen ist aus den Abb. 14 u. 15 zu ersehen.[35])

Abb. 14. *Lawinen-Schutzdach.*

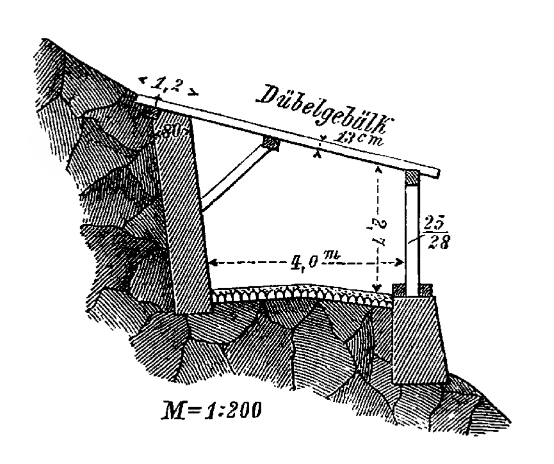
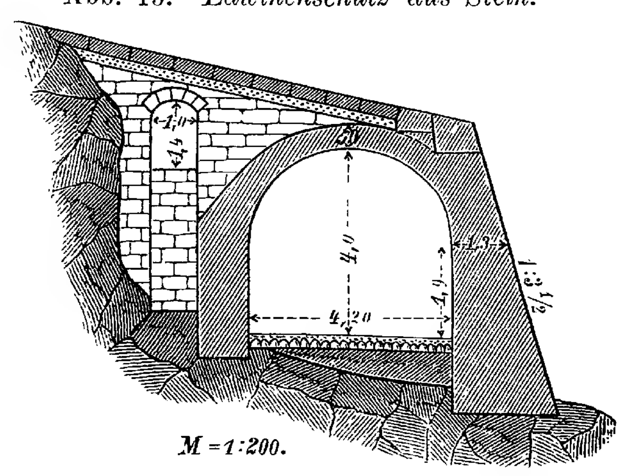


Abb. 15. *Lawinenschutz aus Stein.*



d) Allgemeine Anlage der Kunstbauten. Die auf einer Landstrafse vorkommenden Brücken, Dohlen, Stützmauern u. s. w. sollen in möglichst einfacher Weise und aus solchem Material hergestellt sein, dafs sie ein Mindestmafs von Unterhaltung erfordern; es ist dies namentlich wichtig für Strafsenstrecken, die von gröfseren Orten entfernt liegen. Wenn hier Ausbesserungen nötig werden, so kostet es viele Mühe erfahrene Handwerksleute rechtzeitig und zu annehmbaren Preisen zur Stelle zu schaffen. Hiernach sind überall Steinbauten anzustreben, am wenigsten passend sind Eisenkonstruktionen, weil diese eine sehr sorgfältige Unterhaltung erfordern, die bei Gemeindebehörden häufig versäumt wird, entweder aus Mangel sachkundiger Beamten oder wegen fehlender Geldmittel. Für gröfsere Brücken ist man indessen häufig genötigt, aus Ersparnisrücksichten vom Steinbau abzusehen. Die Abneigung, die sich beim Eisen-

---

[34]) Über Schneeverwehungen im Harz s. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1883, S. 322.

[35]) Die durch diese Abbildungen dargestellten Gallerien sind an der Stilfserjoch-Strafse auf italienischer Seite ausgeführt. Die früher dort erstellten steinernen Gallerien sind im Jahre 1882 nach dem Profil der Abb. 15 umgebaut worden, welche sich von den ursprünglichen durch kräftigere Abmessungen und das hinter der Gallerie ausgeführte, mit einem Gewölbe überspannte Trockenmauerwerk mit Gang unterscheidet, welches zur Abführung des Bergwassers dient, welch letzteres bei Eisbildung zu Beschädigungen hauptsächlich Anlafs gab (Reisenotizen 1882).

bahnbau gegen Holzbrücken geltend gemacht hat, ist indessen beim Strafsenbau nicht gerechtfertigt, jeder Zimmermeister ist im Stande, deren Ausbesserung zu besorgen, während Eisenkonstruktionen, die aufserhalb bewohnter Orte liegen, häufig über Gebühr vernachlässigt werden. Werden die Holzbrücken nebst Fahrbahn mit einem Dach überdeckt und die Seitenwände verschalt, so halten solche Bauwerke sehr lange (100 und mehr Jahre), ohne nennenswerte Ausbesserungen.[36]) Derartige Bauwerke sehen jedoch meist sehr unschön aus, es hat auch Schwierigkeiten, diese Holzbrücken so stark zu bauen, dafs sie für Dampfwalzen genügende Tragfähigkeit haben, so dafs man nur in seltenen Fällen eine Brücke aus Holz herstellen wird. Dagegen liegt kein Grund vor, auf sofortige Entfernung derartiger Bauten zu dringen. Für sehr belebte, unter Staatsaufsicht stehende Strafsen können Eisenkonstruktionen angezeigt sein, aber die Bemerkung kann hier nicht unterdrückt werden, dafs man die Frage der Unterhaltung eiserner Brücken häufig viel zu leicht nimmt; es wird oft die Erneuerung des Anstrichs vernachlässigt, und erst traurige Erfahrungon werden dazu führen, den teureren Steinbauten wieder den Vorrang einzuräumen. Der einfachen Ausbildung der Fahrbahn, die von jedem Arbeiter bei einiger Kenntnis in richtigem Stande erhalten werden kann, soll auch die Ausführungsweise der Bauten entsprechen. Architektonischer Schmuck ist mit Mafs anzuwenden, weil häufig weder Kräfte noch Mittel vorhanden sind solchen zu erhalten.

Für Brücken in der Nähe von Städten erscheint es dagegen angezeigt, auf architektonische Ausbildung Rücksicht zu nehmen, entsprechend dem Charakter der üblichen Bauweise. Bei Steinbauten hat dies in der Regel keine Schwierigkeit, weil Toranlagen, Pfeileraufbauten, Gesimse u. s. w. sich organisch an die Form der Brückenpfeiler und Bogen anpassen lassen. Schwieriger ist die Aufgabe bei Eisenkonstruktionen und scheint mir, dafs hier häufig schon zu weit gegangen worden ist, so dafs der architektonische Aufbau den eigentlichen Brückenbau vollständig erdrückt, statt ihn hervorzuheben und die Konstruktion klar zu stellen.

Im letzten Jahrzehnt hat sich eine neue Konstruktionsweise Bahn gebrochen, welche bestimmt scheint, Eisen- und Steinbauten mehr in den Hintergrund zu drängen, nämlich der Zementbau. Seit es gelungen ist, Portlandzement in ausgezeichneter Beschaffenheit zu annehmbaren Preisen herzustellen, liegt nichts im Wege, kleine Durchlässe aus Zementröhren und gröfsere Brückenbogen aus Beton herzustellen und ermöglicht die grofse, rückwirkende Festigkeit des Betons derart flache Gewölbe auszuführen, wie man es seither nicht gewagt hatte; die Kosten solcher Betonbrücken sind wesentlich geringer, als die von Steinbauten; es gestatten die flachen Bogen ihre Ausführung häufig auch da, wo man seither der geringeren Kosten wegen statt Steinbauten Eisenfachwerke angewendet hatte. Die Richtigkeit derartiger Bestrebungen mufs anerkannt werden, nur wird davor zu warnen sein, dafs in den zu wählenden Abmessungen nicht zu weit herabgegangen wird, da über mögliche Veränderungen des Betons nach längerer Zeit der Ausführung doch noch nicht genügende Erfahrungen vorliegen.

Auch über die Haltbarkeit des Betons an fliefsendem Wasser, überhaupt über den Einflufs der Atmosphäre und des Schlagregens fehlt es noch an Beobachtungen und möchte anzuraten sein, wenigstens die vom Wasser benetzten Flächen der Pfeiler

[36]) Eine im Jahre 1905 in Plochingen infolge der Bahnhofvergröfserung abgebrochene hölzerne überdachte Strafsenbrücke (Bogenbrücke von 57,7 m Spannweite und etwa 5 m Lichtweite) hat 125 Jahre lang gestanden, das Holz (Tannenholz und Eichenholz) war noch vollständig gesund, die Brücke hätte noch lange Jahre vorgehalten.

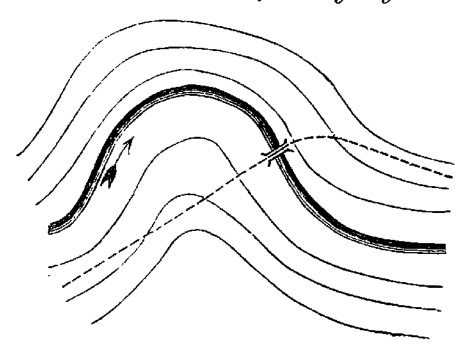
mit Hausteinen zu verkleiden und dem Schlagregen ausgesetzte Gesimse u. s. w. aus Hausteinen herzustellen.

Sehr grofser Beliebtheit erfreut sich sodann in neuerer Zeit im Ingenieurfach auch der Eisenbetonbau. An die Stelle unserer Balkenbrücken treten Betonplatten mit Eiseneinlagen (Voutenplatten), wobei die Eiseneinlage die Zugspannungen, der Beton die Druckkräfte übernimmt. Stützmauern werden durch eisenverstärkte, gegen den Grund verankerte Betonplatten ersetzt, auch Brückengewölbe mit Eisenverstärkung dienen zur Verminderung der Abmessungen, die ohne Eiseneinlage nötig sein würden. Die Haltbarkeit derartiger Bauten hat sich noch in mancher Beziehung zu erproben, aber es ist vorauszusehen, dafs Eisenbetonbauten in manchen Gebieten des Bauwesens eine vollständige Umwälzung hervorrufen werden.

Aus den oben hervorgehobenen Gründen empfehlen sich für Uferschutzwerke: Steinwürfe und rauhes Pflaster, für Stützmauern: Trockengemäuer mit rauh bearbeiteter Gesichtsfläche oder Beton (ohne Zementbestich), für Dohlen und kleine Brücken: Bruchsteingemäuer mit Mörtel, Beton oder Zementröhren, für gröfsere Brücken: steinerne oder Betonpfeiler mit Steinverkleidung mit Gewölben aus Mauerwerk oder Beton. Für gröfsere Brücken mit geringer Konstruktionshöhe werden Eisenkonstruktionen nicht zu umgehen sein.

e) Rücksichten bei Anlage von Talstrafsen. Eine Talstrafse ist im allgemeinen in der Talsohle zu führen. Die zu wählende Talseite kann abhängen von der Lage der zu verbindenden Ortschaften, es können aber auch technische Rücksichten mafsgebend sein (vergl. S. 39). Geht die Strafse von der einen auf die andere Seite über, so ist eine Stelle auszuwählen, wo der Flufs ein festes Bett hat, und es ist die Strafse senkrecht zur Flufsrichtung überzuführen. Am besten passen hierzu gekrümmte (konkave) Flufsstrecken, wo der Flufs hart am Talhange sich hinzieht (Abb. 16). Flufsbrücken sind für den Strafsenbau, bezüglich des Baues wie der Unterhaltung, teuere Gegenstände und es müssen schon gewichtige Gründe vorliegen, wenn man zur Anlage von Brücken schreitet. Nicht zu umgehen sind Brücken, wenn durch eine Strafse gröfsere Ortschaften berührt werden sollen, die auf verschiedenen Talseiten liegen, es kann aber auch der Umstand dazu zwingen, dafs der Bau auf einer Talseite durch sehr steile Hänge, viele einmündende Quertäler, Rutschgebiete u. s. w. sehr schwierig wird.

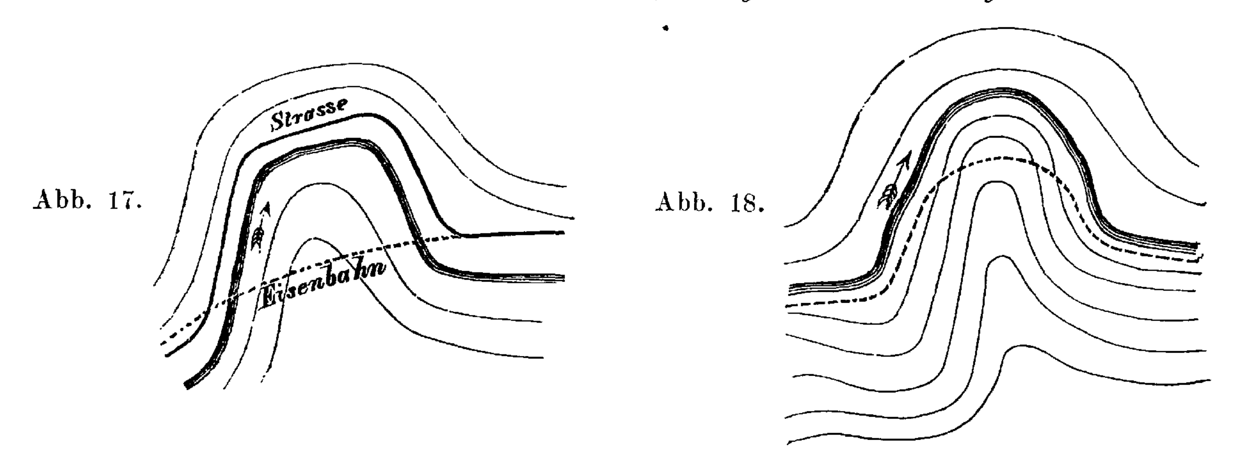
Abb. 16. *Flufsübergang.*



Starke Talkrümmungen bedingen nicht wie bei Eisenbahnen eine doppelte Überführung des Flusses (s. Abb. 17). Man ist bei einer Strafse stets im Stande, sich den Flufswindungen anzuschliefsen, und wird auch aus demselben Grunde bei vorstehenden Bergköpfen nur dann zur Herstellung von tiefen Einschnitten schreiten (s. Abb. 18), wenn ein grofser Umweg dadurch abgekürzt und der Einschnitt nicht zu lang wird. In engen Tälern dieser Art bleibt häufig wenig Raum für die Strafse übrig, es ist daher zur Vermeidung starker Anschnitte an dem Talhang oft nötig, auf der Flufsseite die Strafse durch Stützmauern zu begrenzen (s. Abb. 8 bis 10, Taf. V). Die Mauer dient hierbei zugleich als Uferschutz und ist dementsprechend zu fundieren.

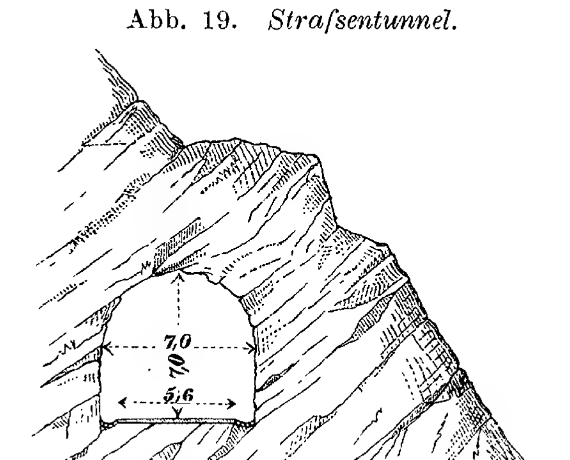
Tunnelanlagen zur Durchbrechung solcher Gebirgsrücken kommen bei Strafsenbauten im allgemeinen nicht vor, nur in Gebirgstälern, wo die Strafsen sich an steilen Felswänden hinziehen, können Gallerien und Tunnel nötig werden (vergl. Abb. 19). Die

Abb. 17 u. 18. *Strafsenführung bei Talkrümmungen.*



Axenstrafse, Albtalstrafse von St. Blasien nach Albbruck, die Strafse am Comer-See von Lecco nach Colico u. a. zeigen solche Tunnel. Die Tunnel können als Lehnentunnel, wenn sie eine gröfsere Länge erhalten, von Zeit zu Zeit nach der Talseite zu Licht- und Luftstollen erhalten. In solchen Tunneln wird die Breite der Strafse auf ein Mindestmafs beschränkt, in dem Beispiel Abb. 19 (Strafse nach Pontebba) ist die Strafsenbreite nur 5,6 m gegenüber 8,2 m der normalen Breite. Die Tunnel der Strafse am Comer-See in der Nähe von Varenna haben eine Lichtweite von 5 m bei einer Normalbreite der Strafse von 5,6 bis 7,0 m.

Abb. 19. *Strafsentunnel.*



Bieten die Täler an einzelnen Stellen Hindernisse, deren Beseitigung grofse Kosten verursachen würde, so findet man häufig, namentlich bei älteren Strafsen, das Auskunftsmittel angewendet, dafs an geeigneter Stelle das Tal verlassen, die Strafse am Hang empor entwickelt und nach Umgehung des Hindernisses wieder herabgeführt wird. Solche Ausbiegungen sind zwar kein Vorteil für den Höhenplan (Längenprofil) der Strafse, aber ganz unbedenklich, wenn die Steigung nicht gröfser ist, als die sonst im gleichen Strafsenzuge vorkommenden Steigungen, und wenn die Strecke nur so lang ist, dafs die Zugtiere ohne Verminderung der Nutzlast sie überwinden können (vergl. § 4).

Ein Verlegen der Strafse in den Hang ist oft auch dadurch geboten, dafs der eigentliche Talgrund zu sehr den Überschwemmungen des Flusses ausgesetzt oder zu sumpfig ist, auch kann das Tal so schmal werden, dafs es für die Strafse keinen Raum bietet. Man bleibt in möglichst geringer Höhe über der Talsohle, um sich nicht zu weit von den Ortschaften zu entfernen und Gegensteigungen zu vermeiden. Dafs man hierbei womöglich den auf der Sommerseite liegenden Hang aufsucht, ist schon oben erwähnt worden; es ist dies bei Strafsen wichtiger, als bei Eisenbahnen, weil die Entwässerung des dichten Strafsenplanums schwieriger ist, als die Trockenhaltung der stets wasserdurchlassenden Bahnbettung.

f) Rücksichten bei Anlage von Hochstrafsen. Wenn die Wasserscheiden nicht zu unregelmäfsig sind, so kann man mit der Strafse ihnen folgen, und erhält dann, wie schon oben erwähnt, die wohlfeilste Strafsenanlage; häufig ist man jedoch genötigt, die Ausbiegungen der Wasserscheiden, welche durch tief eingeschnittene Wasserläufe verursacht werden, dadurch abzuschneiden, dafs man mit Gefälle in das Seitental hinab

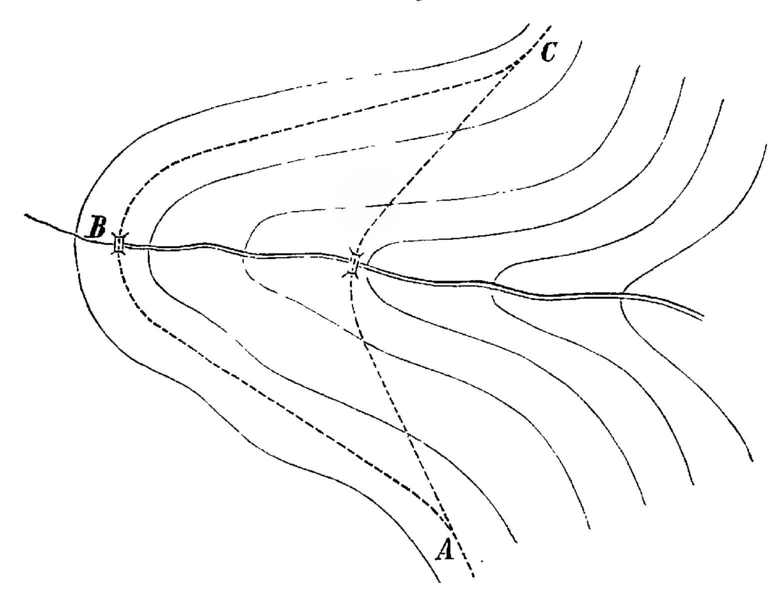


Abb. 20. *Überschreitung eines Seitentales.*

und mit Gegensteigung wieder herauf geht (s. Abb. 20). In einem solchen Fall ist eine vergleichende Rechnung zwischen beiden Entwürfen anzustellen; wir verweisen auf die im Handbuch, I. Band, „Vorarbeiten für Strafsen", auf die auf S. 322 bis 328 aufgestellten Berechnungsarten.

Bezüglich leichter Entwässerung bieten Hochstrafsen immer Vorteile gegen Talstrafsen und sind erstere wohlfeiler, als Strafsen in engen gewundenen Tälern, wo das Strafsenplanum oft mit Mühe dem Flufs oder dem Hang abgewonnen werden mufs; dagegen werden sie im allgemeinen immer gröfsere Steigungen aufweisen, als Talstrafsen.

g) Rücksichten bei Anlage von Strafsen, welche Täler und Wasserscheiden überschreiten. Strafsen, welche mehrere Flufsgebiete berühren sollen, kommen häufig vor. Im Flachland und Hügelland wird man bei ihrer Anlage, wenn nicht die Richtung durch die zu berührenden Ortschaften bestimmt ist, die Strafsen immer so legen, dafs sie möglichst rasch vom Tal auf die Kämme der Wasserscheiden zweiter Ordnung sich ziehen, weil dadurch Bau- und Unterhaltungskosten sich verringern.

Im Gebirge ist dies freilich nicht möglich, doch bietet hier die Überführung einer Strafse über eine Wasserscheide bei weitem nicht die Schwierigkeiten, wie für eine Eisenbahn, was die vielen Strafsen beweisen, die über die Alpen und andere Gebirgszüge weggehen. Man wird für den Übergang den der allgemeinen Strafsenrichtung am nächsten gelegenen Pafs wählen, ist aber hierbei nicht wie bei Eisenbahnen beschränkt in der Wahl der Zugänge, und kann häufig das Ziel ohne Benutzung der Quertäler erreichen.

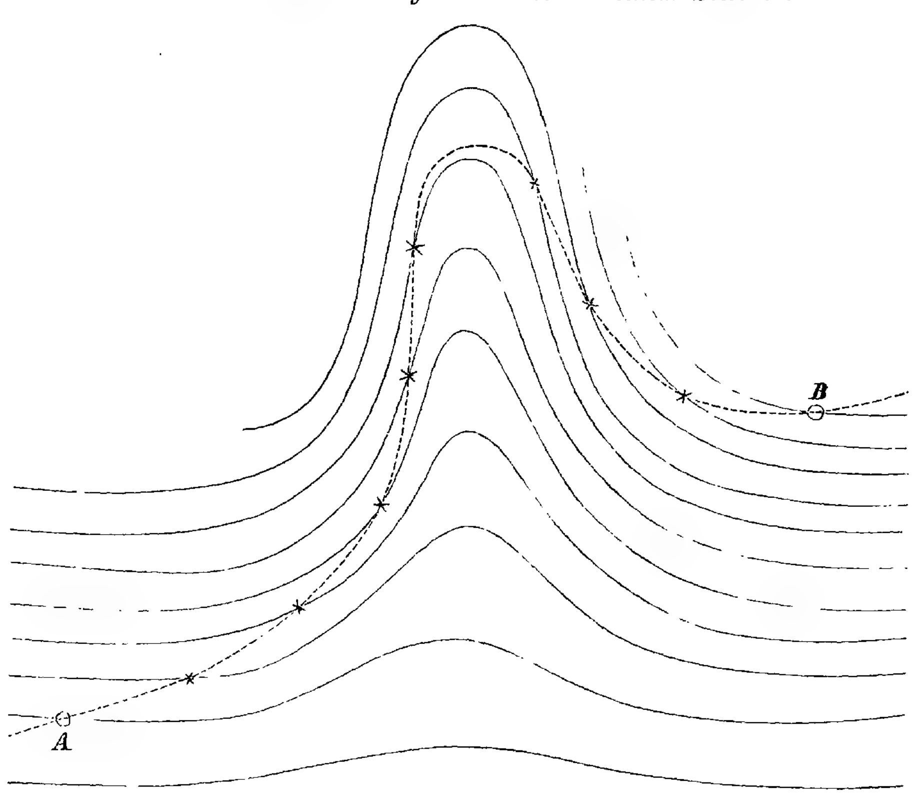
Das wichtigste ist die Bestimmung der gröfsten anzuwendenden Steigung. Diese richtet sich nach der Belebtheit der Strafse, und es wäre fehlerhaft, für Strafsen mit kleinem Verkehr lange Entwickelungen mit schwacher Steigung auszuführen, wenn eine kürzere, aber steilere Linienführung möglich ist (vergl. § 4).

Ist die Steigung der Strafse festgesetzt, so können für das Trassieren folgende Regeln aufgestellt werden:

Die Steigung vom Tal zum Pafs soll eine möglichst stetige sein, so dafs häufige Wechsel zwischen stärkerer und schwächerer Steigung vermieden werden. Eine Ausnahme findet nur bei starken Strafsenkrümmungen (Wendeplatten) statt, in welchen eine Ermäfsigung der Steigung eintritt. Wagerechte Strecken – sogenannte Ruheplätze — in einzelnen Abständen zwischen den ansteigenden Strecken anzulegen, ist nicht zweckmäfsig mit Rücksicht auf die Erschwerung der Talfahrt. — Im Gegensatz zu Tal- und Hochstrafsen dürfen bei Steigen Gegengefälle nicht vorkommen, weil sie die im ganzen zu ersteigende Höhe vermehren.

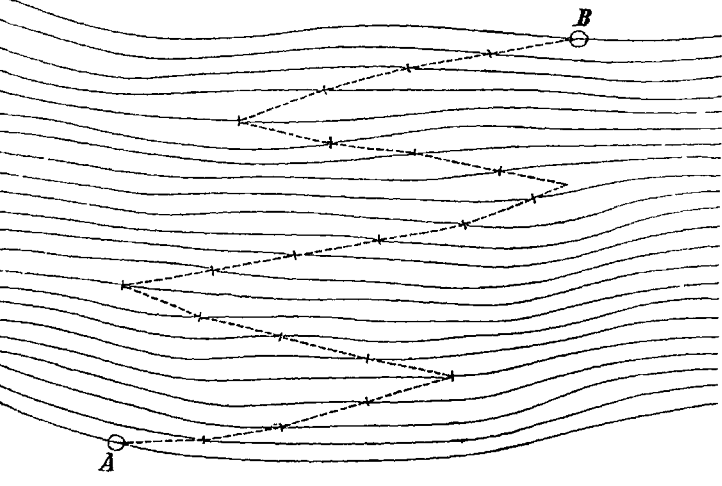
Ist die zwischen zwei Punkten A und B (s. Abb. 21) zu ersteigende Höhe derart, dafs auf der geraden Verbindungslinie eine gröfsere, als die gröfste zulässige Steigung eintreten würde, so ist eine künstliche Entwickelung zu suchen. Ist h die zu ersteigende

Abb. 21. *Entwickelung der Trasse in einem Seitental.*



Höhe und α die gröfste Steigung, so ist eine Strafsenlänge von $l = \frac{h}{\alpha}$ erforderlich. Wie diese erhalten wird, ist für den Verkehr mehr oder weniger gleichgültig, wenn nur die Endpunkte eingehalten werden. Sind Quertäler vorhanden, so wird man das Haupttal verlassen, und im Quertale so lange aufwärts gehen, bis ein Übergang desselben ohne grofsen Aufwand möglich ist. Man kehrt dann auf der anderen Seite des Quertals zurück, und kommt im Haupttal um so viel höher an, als dem Umweg entspricht. Fehlen solche Quertäler, so kann man sich auf dem Hang selbst entwickeln, indem man im Zickzack auf dem Hang vom Tal zum Pafs aufsteigt (siehe Abb. 22) und die sich bildenden Spitzkehren durch Kurven mit kleinstem zulässigen Halbmesser abrundet. Man mufs suchen, diese Kehren oder Wendeplatten an Stellen des Hanges zu verlegen, wo das Gelände flacher ist, um an Erdarbeiten zu sparen. Die Ausführung ist aber in jedem Gelände möglich. An der Alpenstrafse von Airolo zum Gotthard-Hospiz sind z. B. 46 Wendeplatten vorhanden. Die Strafse hat etwa 7,2% mittlerer Steigung, während der Hang selbst mit 50 bis 100% abfällt. Die Zahl der in der Strafsenlinie vorkommenden Kehren ist theoretisch gleichgültig, wenn man aber berücksichtigt, dafs infolge Verminderung der Steigung in den Strafsenwindungen jede eine Verlängerung der Strafsenlinie um 20 bis 40 m erfordert, und

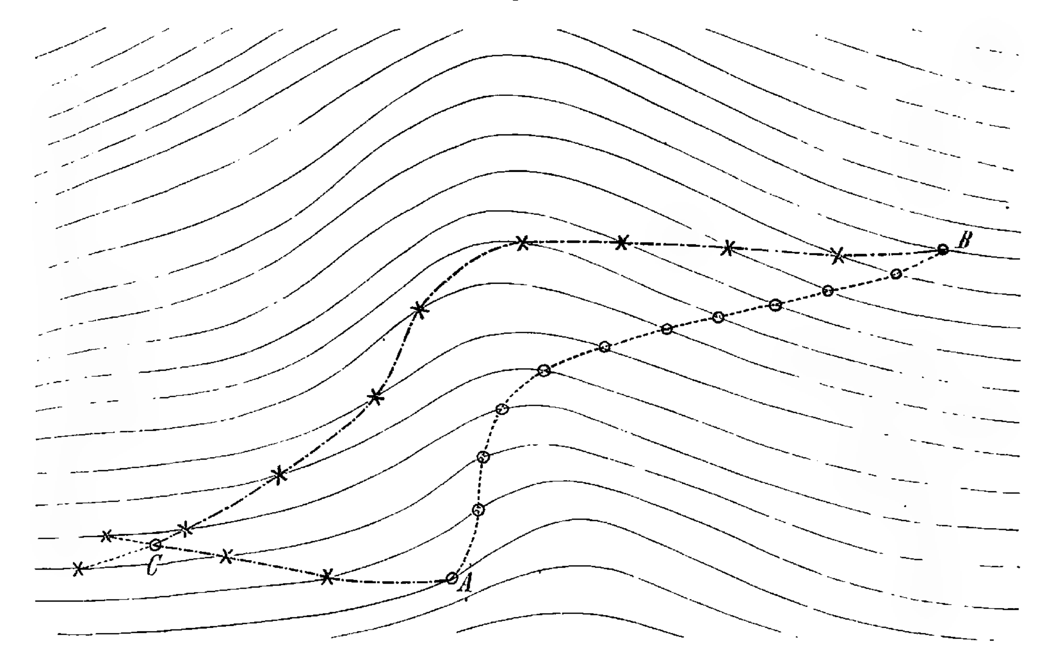
Abb. 22. *Trasse mit Wendeplatten.*



aufserdem bedeutende Erdarbeiten u. s. w. nötig macht, so wird man die Zahl der Wendungen möglichst vermindern. Im günstigsten Falle genügt eine Wendung wie in Abb. 23.

Hat ein Strafsenzug Haupttäler zu überschreiten, so geht man an einem Hang mit passender Steigung herab, und nach Überschreitung des Wasserlaufs am andern wieder herauf; dies mufs aber stets talaufwärts geschehen, weil man sonst zu grofse Gegensteigungen zu überwinden hat (vergl. Taf. II). Bei der angegebenen Trassierungsart verliert man weniger Gefälle, als wenn man die Entwickelung talabwärts suchen wollte.

Abb. 23. *Bestimmung des Wendepunktes C.*



§ 6. Trassierungsarten, Anfertigung der Pläne.

1. Gang der Bearbeitung eines Strafsenentwurfes. Zunächst ist ein Programm aufzustellen, in welchem die zu berührenden Punkte namhaft gemacht und Vorschriften über die gröfste Steigung, die kleinste Breite der Strafse, die Krümmungshalbmesser u. s. w. festgestellt werden. Die Aufstellung der Entwürfe einer Strafse, welche zwei gegebene Punkte miteinander zu verbinden hat, kann dann auf zweierlei Weise geschehen.

a) Durch unmittelbare Aussteckung auf dem Felde;

b) durch Zuhilfenahme von Höhenkarten.

Jede dieser Bearbeitungsarten hat ihre Vorzüge; während aber beim Eisenbahnbau die letztere Art namentlich in neuerer Zeit fast ausschliefslich angewendet wird, ist dies bei Strafsenanlagen weniger der Fall, ja man kann sagen, dafs Höhenschichtenkarten beim Strafsenbau weniger brauchbar sind, und zwar aus folgenden Gründen: Hat man Kurvenkarten von kleinem Mafsstabe, z. B. 1 : 10000, in Vertikalabständen von 10 m, so lassen die Höhenkurven zu viele Einzelheiten der Geländegestaltung unberücksichtigt, um darauf die vielgewundene Linie einer Strafse auch nur mit einiger Sicherheit bestimmen zu können. Die nach einem solchen Kartenentwurf ausgesteckte Strafse kann leicht Höhenfehler von 5 m zeigen und dies ist für eine Strafse durchaus unzulässig, weil man hier auf gröfste Sparsamkeit in den Erdarbeiten angewiesen ist. Eine Verbesserung solcher Fehler durch Änderungen im Lageplan macht sich aber namentlich bei langen Steigen mit gleichmäfsigem Gefäll auf so grofse Ausdehnung fühlbar, dafs die ganze Linie hinfällig wird. Ist der Mafsstab gröfser (1 : 2500), so verringert sich der gerügte Übelstand wesentlich. Bei nicht zu unregelmäfsigen Terrain-

formen und wenn der lotrechte Abstand der Höhenkurven 5 bis 10 m beträgt, lassen sich im Mafsstab 1 : 2500 schon brauchbare Trassen ausarbeiten; man hat ja immer noch, wenn die Trasse auf dem Felde ausgesteckt ist und Längen- und Querprofile vorliegen, Gelegenheit, kleine Fehler im Trassieren durch Verrücken der Achse oder des Längenprofils zu beseitigen.

Nur in einem Falle ist die Anfertigung von Höhenkarten nicht wohl zu umgehen, wenn es sich nämlich um Aufstellung von Entwürfen für Wegnetze, beispielsweise für einen gröfseren Waldbezirk in steilem Gelände handelt. Das Programm für die Weganlagen kann nur an der Hand einer Höhenkarte genau aufgestellt werden, erst aus der Karte findet man die passende Richtung der einzelnen Wegzüge, es geschieht dann hier die Ausarbeitung besser im Bureau, als auf dem Felde. Die Aufzeichnung von Höhenkurven ist ferner zu empfehlen bei Festlegung von Wendeplatten und anderen besonders schwierigen Strafsenstrecken, sie werden aber am besten erst dann in die Lagepläne eingezeichnet, nachdem die erste Aussteckung vollendet und die Querprofile aufgenommen sind. Man zeichnet dann diese Teile in grofsem Mafsstab (1 : 500) auf, schreibt die Höhenzahlen der Querprofilaufnahmen ein und zeichnet hiernach die Höhenkurven, welche dann an Genauigkeit nichts zu wünschen übrig lassen.[37])

Im 1. Bande dieses I. Teils des Handbuchs ist für Eisenbahnen in den § 14 bis 32, für Strafsen in den § 43 bis 45 das verschiedenartige Vorgehen zur Auffindung einer Trasse, sowie namentlich die Art der Geländeaufnahme und der Aussteckung so ausführlich beschrieben, dafs wir hierauf verweisen und uns bezüglich der Strafsen darauf beschränken können, das Aussteckungsverfahren kurz anzudeuten:

2. Linienfestlegung von Flachland- und Talstrafsen. Handelt es sich um Anlage von Strafsen im Flachlande oder um Talstrafsen, so sind die Höhenverhältnisse von untergeordneter Bedeutung und geben hier die vorhandenen Karten (Katasterkarten, Katasterübersichtskarten u. s. w.) stets unmittelbare Anhaltspunkte für die allgemeine Strafsenrichtung. Man legt einzelne Ausgangspunkte fest, wie Bergvorsprünge, Gebäude u. s. w., denen die Strafse auszuweichen hat, steckt dann auf dem Gelände einen gebrochenen Linienzug aus, den man schliefslich an den Bruchpunkten mit entsprechenden Krümmungen abrundet. Hierbei ist zu berücksichtigen, dafs lange gerade Linien beim Strafsenbau bei weitem nicht den Wert haben wie bei Bahnanlagen, sehr lange Gerade sind im Gegenteil für die Reisenden sehr ermüdend, und wenn man bedenkt, dafs eine Ausbiegung aus der allgemeinen Strafsenrichtung von 15° nur eine Mehrlänge von 3,5 % erfordert, die bei Strafsen gar nicht in Betracht kommt, so wird man den Linienzug häufig brechen, wenn dadurch eine Ersparnis an Erdarbeiten u. s. w. erreicht werden kann. Wenn bei Eisenbahnen ein Einschnitt von 10 m Tiefe unbedenklich ist, so ist bei Strafsen ein solcher von 3 m schon als bedeutend anzusehen, und eine Ausbiegung von der Geraden — ein Umweg — angezeigt. Es ist allerdings schwer und es gehört vor allem Erfahrung dazu, um hier die richtige Mitte zu treffen, da man selbstredend nicht wegen jeder Ausbiegung von der Geraden, die eine Ersparnis der Baukosten, aber auch eine Wegverlängerung mit sich bringt, eine vergleichende Kostenberechnung anstellen

[37]) Aus naheliegenden Gründen wird in den technischen Hochschulen die Linienfestlegung von Strafsen und Eisenbahnen an der Hand von Höhenschichtenkarten gelehrt, und greift hierdurch bei den Studierenden gar zu leicht die Ansicht Platz, dafs eine genauere Bestimmung auf anderem Wege nicht möglich sei. Bei Trassierung von Eisenbahnlinien wird man allerdings nur im Flachland die Aufnahme von Höhenkarten unterlassen, bei Strafsen aber kommt man mit der Feldarbeit häufig rascher zum Ziel, immerhin wird man aber die Höhenkarten zur Ausmittelung der allgemeinen Strafsenrichtung und zur Bestimmung einzelner Festpunkte benutzen.

kann. Da die Bewegungswiderstände in Krümmungen bei Strafsen unbedeutend sind, so herrscht im Strafsenbau das Bestreben vor, die Strafsenachse aus Geraden und Krümmungen mit kleinem Halbmesser zu bilden (an Stelle langer und flacher Krümmungen). Gegenkrümmungen sind zwar unbedenklich, sehen aber unschön aus, und man sollte deshalb nie unterlassen, Gerade zwischen ihnen einzulegen, selbst wenn deren Länge kurz bemessen werden mufs.

Ist die Strafse auf dem Felde ausgesteckt und die Linie verpflockt, so kann das Längenprofil aufgetragen und der Entwurf eingezeichnet werden; ergeben sich ungünstige Steigungsverhältnisse oder grofse Erdarbeiten, so können einzelne Verschiebungen der Achse immer noch vorgenommen werden. Ein weiteres Mittel zur Verbesserung bietet das Längenprofil selbst, indem man an den Steigungen bezw. Gefällen so lange Änderungen vornimmt, bis die Erdarbeiten so unbedeutend als möglich werden, oder ein Ausgleich zwischen Einschnitt und Auffüllung erreicht ist. Derartige Veränderungen der Steigungen auf einzelnen Strecken sind bei Strafsenentwürfen von geringerer Bedeutung, als bei Eisenbahnanlagen.

Frühere Wege, Güterzufahrten u. s. w. müssen bei Festlegung der Steigungsverhältnisse berücksichtigt werden; gewöhnlich hat dies keine Schwierigkeit, weil man die Strafse möglichst dem Gelände anschmiegt, und gröfsere Änderungen solcher Nebenwege selten nötig sind. Hier mag auch noch bemerkt werden, dafs Hauptstrafsen häufig nicht als unmittelbare Zufahrt zu den Feldgütern dienen und zwar deshalb, weil sie immer mit Gräben versehen sind, die nicht für jedes einzelne Grundstück überbrückt werden können. Bei Anlagen von Landstrafsen ist meist in diesem Fall auf die Zufahrt zu den einzelnen Grundstücken keine Rücksicht zu nehmen, die eigentlichen Güterwege bestehen für sich, und Überbrückungen der Strafsengräben sind nur an der Einmündung von Feldwegen in die Hauptstrafse nötig. In den Ortschaften selbst vermittelt die Strafse unmittelbar die Verbindung mit den Einfahrten der Gebäude; auf letztere mufs bei Änderung einer Ortsstrafse stets Rücksicht genommen werden, daher sind hier Verbesserungen immer sehr schwierig und nur mit grofsen Kosten durchzuführen.

3. Linienfestlegung von Strafsen im Hügellande und im Gebirge. Bei Strafsen dieser Art herrschen die Höhenverhältnisse vor, und es mufs der Aussteckung auf dem Felde neben der Besichtigung der Gegend gewöhnlich noch die Aufnahme einer Anzahl von Höhenpunkten vorausgehen, aus denen die Lage der zu überschreitenden Pässe, die absolute zu ersteigende Höhe und die zu wählenden Steigungen sich ergeben. Man bewerkstelligt diese Höhenaufnahmen am einfachsten dadurch, dafs man einen oder einige der bestehenden Verkehrswege nivelliert, und die so bestimmten Höhenpunkte in die Karte einträgt. Für viele Fälle genügt auch die vorläufige barometrische Höhenbestimmung der wichtigsten Geländepunkte. Sind dann mit Hilfe der Karte einzelne Punkte festgelegt und die Steigungen bestimmt, so beginnt man sofort mit der Aussteckung, indem man auf dem Gelände mit dem Nivellierinstrument (oder einem Gefällmesser[38]) eine Linie absteckt, die der gegebenen Steigung entspricht, also durch unmittelbare Aussteckung einer Nulllinie (vergl. Bd. 1 des I. Teils vom Handbuch, 4. Aufl., Kap. I, S. 141). Diese Linie wird im allgemeinen zu unregelmäfsig sein, um unmittelbar als Strafsenachse gelten zu können, die Verbesserung wird aber in viel engeren Grenzen sich halten können, als bei Festlegung einer Bahnlinie, weil die Strafse viel kleinere Halbmesser

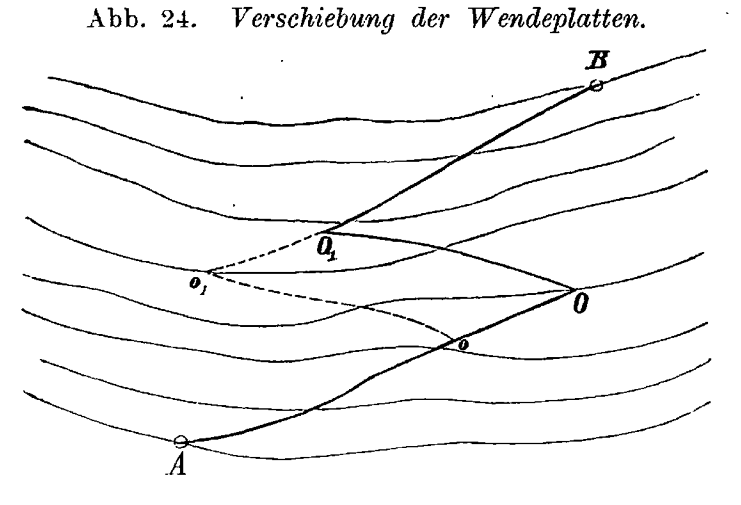
---

[38]) Gefällmesser sind im Band I nicht erwähnt, vergl. hierüber Mayer. Patentgefällmesser. Karlsruhe 1855; ferner Taschenbuch der praktischen Geometrie des Ingenieurwesens am Polytechnikum. Stuttgart 1879.

zuläfst, ein geübter Ingenieur wird auch schon beim Abstecken kleinere Unregelmäfsigkeiten des Geländes zu umgehen wissen.

Mit der Festlegung der Linie schreitet man entweder von unten nach oben, oder von oben nach unten fort; gewöhnlich geschieht letzteres, weil meist der Übergangspunkt über einer Wasserscheide fester bestimmt ist, als der Ausgangspunkt im Tal. Geht man von unten aus, so ist man nicht ganz sicher, ob man auf der Wasserscheide oder der Hochebene auch am richtigen Punkt eintrifft. Ist die Strafse auf einem Hang mit Anwendung von Kehren anzulegen, so sind zunächst, soweit die Linie dies erlaubt, für die Anlage der Wendeplatten geeignete Punkte mit flachem Gelände aufzusuchen und von diesen aus die Achse nach oben und unten auszustecken. Auf eine Ermäfsigung der Steigung bei der Wendeplatte braucht hier keine Rücksicht genommen zu werden, weil diese Ermäfsigung durch passende Anordnung der Wendekurven leicht zu erreichen ist. In dem durch Abb. 24 dargestellten Beispiel, wo die Punkte A und B durch eine Steige zu verbinden sind, ist die Linie $O\,O_1$ insofern willkürlich, als sie beliebig parallel nach oben oder unten so lange verschoben werden kann, bis O und O_1 auf günstiges Gelände treffen.[39]) (Über die Ausbildung von Wendeplatten vergl. § 8.)

Abb. 24. *Verschiebung der Wendeplatten.*



Als Beispiel möge das Verfahren bei Bestimmung der Linie für eine Vizinalstrafse von Röthenberg in das Kinzigtal (württ. Schwarzwald), welche im Jahre 1881/82 ausgeführt wurde, näher beschrieben werden.[40]) Vom Ausgangspunkte A, 640 **m** über Meer, waren zwei Möglichkeiten zur Erreichung des Kinzigtals (etwa 413 **m** über Meer) vorhanden, entweder unmittelbar am Hang herab mit künstlicher Entwickelung, oder durch das Röthenbachtal (s. Abb. 3, Taf. I).

Beim ersten Entwurf wurde von A bis B (655 **m** ü. M.) ein mit 1,3 % ansteigender Feldweg benutzt, von hier lief die Strafse mit der gröfsten Steigung von 7 % auf teilweise winterlich gelegenem Hang, ferner an zwei Stellen über Rutschgelände, und es berechneten sich die Baukosten für:

1,2 **km**	Verbesserung des alten Weges AB .	5000 M.
3,8 „	Neubau bis ins Tal	50000 „
für 5,0 **km**	zusammen	55000 M.

Beim Entwurf durch das Röthenbachtal war eine künstliche Entwickelung nicht nötig, es hätte auf der linken Talseite eine Linie von 5,2 **km** Länge und 4,3 % mittlerer Steigung sich führen lassen, aber auf meist winterlichem Hang und teilweise ungünstigem Gelände; es wurde deshalb folgende Linie vorgezogen (s. Abb. 3 u. 5): die Strafse blieb von C (415 **m** ü. M.) bis D in der Talsohle mit 2,4 % mittlerem und 0,2 % kleinstem Gefälle unter Benutzung eines alten Feldwegs. Nach Überschreitung des Wäschbachs stieg, weil hier das Tal eng und steil eingeschnitten ist, die Strafse von D bis E mit 5,5 % in die Höhe, überschritt mit 2,5 % den Bach bei F und ging damit auf den

[39]) Vergl. hierüber auch § 45 im Kap. I des 1. Bandes vom I. Teil dieses Handbuchs, 4. Aufl.

[40]) Nach Mitteilung von Prof. C. Schmid.

linken Talhang über, um den Übergang über zwei rechtsseitige Seitentäler zu vermeiden und überwand dann mit 7% rasch den steilen Hang, um die für Bau und Unterhaltung günstigere Hochfläche zu gewinnen. — Die Kosten dieser Anlage betrugen bei 5,8 **km** Länge 60000 M. und kam trotzdem zur Ausführung, wobei geringere Unterhaltungskosten, günstigere Steigungsverhältnisse (Vermeidung verlorener Steigung), und die mögliche Begünstigung des Verkehrs einiger im Röthenbachtal befindlichen Mühlen den Ausschlag gaben.

Für beide Anlagen wurden vollständige Trassen ausgearbeitet, für die Strecke *AB* und *CD* nach dem oben für Talstrafsen beschriebenen Verfahren, für die übrigen Strecken in der durch Abb. 4 dargestellten Art der Linienführung, die einen Teil der Strecke *FA* zur Anschauung bringt.

Nachdem mit dem Gefällmesser (s. oben S. 50) eine Linie auf dem Felde bezeichnet war, wurde, dieser möglichst nahe, ein (in der Abbildung strichpunktiert gezeichnetes) Vieleck eingelegt, welches an den Ecken und aufserdem je nach der Geländebeschaffenheit in Abständen von 15 bis 45 **m** verpflockt wurde.[41]) Die Pflöcke des Vielecks wurden hierauf nivelliert und der Höhenplan auf Millimeterpapier aufgetragen. Bei zu bedeutenden Abweichungen von den zu Grunde liegenden Steigungsverhältnissen wurde das Vieleck geändert, meist war dies aber nicht nötig, sondern man half sich dadurch, dafs bei Punkten mit zu hohen Aufträgen (beispielsweise No. 49 + 00, Abb. 11, Taf. I) die Profile nur bergwärts, bei zu starken Einschnitten (No. 47 + 20, Abb. 10, Taf. I) vorwiegend talwärts aufgenommen wurden.

Um das zeitraubende Aufsuchen vieler Marksteine zu ersparen, wurden die Vieleckwinkel auf $^1/_{10}{}^\circ$ genau mittels eines Nivellierinstrumentes mit Horizontalkreis gemessen und dabei gelegentlich an Marksteine, Häuserecken u. s. w. angeschlossen, um hiernach unter Anwendung eines Transporteurs die Linie in die Flurkarten (1 : 2500) einpassen zu können. Ein Arbeitsplan in 1 : 1000 wurde sodann mit denselben Hilfsmitteln unter Fortlassung der Eigentumsgrenzen angelegt. Schliefslich sind noch die Querprofile senkrecht zu den Vieleckseiten auf etwa 15 **m** rechts und links aufgenommen und in 1 : 100 auf Millimeterpapier aufgetragen worden.

In diese Querprofile wurden nun nach dem Längenprofil (Höhenplan Abb. 5) die Visierhöhen eingetragen, sodann bestimmte man mit Hilfe eines auf Pausleinwand in ein Gitter von 1 **cm** Maschenweite eingezeichneten Normalprofils der Strafse (Abb. 6, Taf. I) eine solche Lage der Strafsenachse, bei welcher, dem Augenmafs nach, Einschnitt und Auffüllung sich ausglichen. (Bei den Wendungen war diese Ausgleichung nur im Doppelprofil [s. Abb. 3, Taf. III] möglich.)

Die hierdurch bestimmte Nulllinie wurde in den Arbeitsplan eingetragen und durch Gerade und Krümmungen ausgeglichen (s. Abb. 4, Taf. I), wobei darauf Rücksicht zu nehmen war, dafs womöglich nie mehr als ein voller Anschnitt bezw. eine volle Auffüllung (Abb. 7, 9, 10, 11, Taf. I) im Hang erforderlich werde. In Abb. 4 ist die Nulllinie punktiert, die verbesserte Achse stark ausgezogen eingetragen.

Die Strafsenprofile wurden nun nach der neuen Achse eingezeichnet, wobei eine Richtigstellung des Längenprofils vorauszugehen hatte, insofern die Querprofilabstände der neuen Achse gegenüber den Abständen auf dem Polygon sich verkleinern oder vergröfsern. Man entnahm aus dem in 1 : 1000 gezeichneten Arbeitsplan die Längen und berechnete die Visierhöhen aus einer Längennivellementstabelle folgender Anlage:

---

[41]) Bei Wendungen wurden die Vieleckseiten in Punkt *O* (Abb. 12, Taf. I) zusammengezogen, die Linie *q O p* als Seitenstrahl des Vielecks bei der Aufnahme behandelt und die Querprofile der Wendung senkrecht auf letzteren aufgenommen.

No. des Aufnahme-pflocks	Wahre Länge der entworfenen Strafsenachse	Meereshöhe des Aufnahme-pflocks	Meereshöhe des Strafsen-visiers	Das Visier liegt über dem Aufnahmepflock	Das Visier liegt unter dem Aufnahmepflock
43 + 30	4295 m	552,43	549,81	—	2,62 m
. . . .	. . . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .
. . . .	. . . . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .

Aus den eingezeichneten Profilen wurden nun die Erdarbeiten berechnet, und dabei nach Bedarf noch weitere Verbesserungen der Linie vorgenommen. Hierbei genügt es, die Querprofilflächen durch Zusammenzählung der 10 mm breiten Streifen mit Hilfe des Zirkels (bei gewöhnlichem Papier mittels einer Schablone nach Abb. 6), die Kubikinhalte mittels Planimeters aus dem Erdverteilungsprofil zu bestimmen.

Erst nachdem der Bau beschlossen ist, wird der Entwurf auf das Gelände übertragen, indem man den Abstand a der Strafsenachse von der Vieleckseite (s. Abb. 7) dem Arbeitsplan entnimmt. Die neue Achse wird in Abständen von etwa 15 m verpflockt und Längen- und Querprofile werden aufgenommen. Es wäre unzweckmäfsig, die neue Achse mittels des Theodolits auszustecken, da hierbei leicht gröfsere Abweichungen von der beabsichtigten Linie sich ergeben können. Dann ist noch ein Lageplan in 1 : 1000 für den Grunderwerb aufzunehmen, in welchen die Achspflöcke eingemessen werden. Die neue Anlage wird darauf im Höhenplan, Querprofil und Lageplan eingezeichnet, wobei sich immer noch Gelegenheit zu kleineren Verbesserungen der Linie ergibt, die dann auf das Feld zu übertragen sind. Als letzte Arbeit erübrigt dann noch die Aufstellung der Profillatten für Einschnitt und Auffüllung durch unmittelbares Einmessen der Böschungsfufspunkte auf dem Gelände.

Die weitere Ausarbeitung der jeweiligen Anlagen geschieht nunmehr in ähnlicher, aber vereinfachter Weise, wie solche im I. Teile dieses Handbuchs, Bd. 1, Kap. I bezüglich der Eisenbahnen näher beschrieben ist, weshalb hierauf nicht näher eingegangen zu werden braucht.

Schliefslich soll noch die Art und Weise der Linienfestlegung beschrieben werden, wenn Höhenschichtenkarten (in gröfserem Mafsstabe) zur Verfügung stehen. Die Tafel II zeigt eine Geländedarstellung im Mafsstabe von 1 : 5000 mit Höhenkurven, deren lotrechter Abstand 10,0 m beträgt, es soll die Aufgabe gelöst werden, zwischen den beiden Punkten A und B eine Strafse anzulegen, deren gröfste Steigung auf 5% festgesetzt ist. Als kleinster Krümmungshalbmesser in der Achse seien 25 m angenommen.

Es sind auf der Taf. II im ganzen 4 verschiedene Linien ausgearbeitet, bei Linie I ist auf möglichste Kürze des Verbindungsweges Rücksicht genommen worden. Die Strafse geht von B aus in der Richtung talaufwärts mit 5% den Hang hinab und auf der gegenüberliegenden Talseite mit der gröfsten Steigung von 5% wieder herauf. Um an Länge zu sparen, sind gröfsere Erdarbeiten bei No. 8 und 18 und am Talübergang vorgesehen (s. Taf. III, Abb. 11).

Bei Linie II ist die starke Gegensteigung auf der rechten Talseite vermieden, auch sind gröfsere Erdarbeiten durch Einfügung kleinerer Halbmesser durch einen niedrigeren Talübergang umgangen worden (s. Taf. III, Abb. 12). Die Linie wird hierdurch um etwa 600 m länger, was aber dadurch teilweise wieder ausgeglichen wird, dafs ein gröfserer Teil der bestehenden Strafse benutzt werden kann. Die Summe der zu ersteigenden Höhen ist bei Linie II geringer, und zwar in beiden Fahrrichtungen; man wird dieser Linie daher namentlich dann den Vorzug zu geben haben, wenn in der Richtung BA ein starker Frachtverkehr stattfindet. Geht der Verkehr vorzugs-

weise in der Richtung *A B*, so müfste eine vergleichende Berechnung zur Feststellung der günstigsten Strafsenlinie angestellt werden, die aber mit Rücksicht auf die geringeren Baukosten und die geringere zu ersteigende absolute Höhe meist zu Gunsten der Linie II ausfallen wird (s. § 7, wo für die Linien I und II eine Berechnung durchgeführt ist).

Zur Vergleichung dient noch Linie III, ebenfalls mit einer gröfsten Steigung von 5%; sie ist auch etwas kürzer, als Linie II, bedarf aber einer Wendeplatte, die auf ein sehr steiles Gelände zu liegen kommt. Die Strafse überschreitet das Tal weiter unterhalb, wodurch in der Richtung *A B* eine gröfsere Höhe zu ersteigen ist. Die Linie II wird deshalb auch gegenüber Linie III den Vorzug verdienen. Die Abb. 1 bis 10 der Taf. III zeigen die Anordnung der für Linie III erforderlichen Wendeplatte; der Umfang der Erdarbeiten und Stützmauern sind daraus ersichtlich.

Linie IV soll die Möglichkeit zeigen, die von talaufwärts kommende Strafse mit in den Strafsenzug einzubeziehen. Sie erfordert zwar keine Wendeplatte, aber eine Steigung von 6%. Die Länge ist zwar etwas kleiner, als diejenige der Linie II, wenn aber vorzugsweise die Richtung *A B* in Betracht kommt, so wird von der Ausführung der Linie IV abzusehen sein.

Die Abb. 11 u. 12, Taf. III zeigen die Längenprofile der Linien I und II, aus denen die Ausdehnung der Erdarbeiten annähernd beurteilt werden kann.

4. Anfertigung der Pläne für eine Strafsenlinie. Zur Darstellung einer Strafsenlinie sind an Plänen erforderlich:

a) Ein Übersichtsplan im Mafsstab der vorhandenen Übersichtskarten,
b) ein Lageplan im Mafsstab der vorhandenen Flurkarten, sowie schwierigere Teile in gröfserem Mafsstab,
c) ein Höhenplan (Längenprofil),
d) Querprofile,
e) Pläne der Kunstbauten (soweit solche nicht in den Querprofilen Platz finden),
f) die Erdberechnung (am übersichtlichsten graphisch) und Kostenvoranschläge,
g) Grunderwerbungspläne (meist mit b. vereinigt).

Die Vorschriften für Anfertigung dieser Pläne, welche in Preufsen, Bayern und Baden bestehen, sind im I. Teil dieses Handbuchs, Band 1 auf S. 332 bis 336 ausführlich mitgeteilt und wird hierauf verwiesen.

§ 7. Ermittelung der günstigsten Strafsenlinie. Wie schon in den vorhergehenden § 5 und 6 bemerkt, wird man häufig für die Verbindung zweier Orte miteinander nicht nur einen, sondern mehrere Entwürfe aufstellen, unter welchen der günstigste auszuwählen ist. In dem einfachen, durch Abb. 23 (S. 48) dargestellten Fall wird man die direkte Linie *A B* untersuchen, und falls diese eine starke Steigung ergibt, noch andere Trassen *A C B* ausarbeiten, welche mit geringerer Steigung unter Anwendung von einer oder mehreren Wendeplatten *(C)* den höher liegenden Ort erreichen. Hat die Trasse Wasserscheiden zu überschreiten, so können verschiedene Pässe benutzt werden, es werden wieder verschiedene Steigungen möglich oder durch Aufwendung gröfserer Erdarbeiten Verkürzungen der Strafsenlänge zu erreichen sein. Häufig gelingt es, die Auswahl schon aus allgemeinen Gesichtspunkten zu treffen, indem man auf in der Nähe liegende Orte Rücksicht zu nehmen hat, oder auf Vermeidung von Rutschgebiet, oder wenn Ersparnisrücksichten den Ausschlag zu geben haben, die Kosten berücksichtigen mufs.

Von den Trassen, die nach den oben angegebenen Gesichtspunkten nicht ausscheiden, wird nun diejenige für die Ausführung zu wählen sein, für welche die Be-

förderungskosten der sämtlichen in beiden Richtungen zu befördernden Güter ein Mindestmafs erreichen, wobei den reinen Beförderungskosten die Beträge für Verzinsung des Anlagekapitals und für Unterhaltung der Strafse zuzuschlagen sind. Das Anlagekapital kann annähernd aus den Plänen berechnet werden, die Unterhaltungskosten nach denjenigen anderer in ähnlichen Verhältnissen befindlichen Strafsenstrecken.[42])

Die eigentlichen Beförderungskosten hängen von der Länge der Strafse, den vorhandenen Steigungen und der Normalladung ab, und kann hierfür die von Launhardt berechnete Tabelle der „virtuellen Längen der Strafsen" benutzt werden.[43])

Da diese Berechnungen im I. Teil des Handbuchs, Band 1, Kap. I, „Vorarbeiten für Eisenbahnen und Strafsen" ausführlich beschrieben sind, so wird hier auf die dortigen Ausführungen S. 322 bis 329 verwiesen. Von den im § 6 beschriebenen Trassen soll dagegen eine vergleichende Berechnung für die beiden Linien I und II, welche auf Taf. II im Lageplan und auf Taf. III im Längenprofil dargestellt sind, angestellt werden. Der Entwurf I ist mit Rücksicht auf möglichst geringe Längenausdehnung angelegt, enthält deshalb in der Richtung BA eine Gegensteigung von 5%, ferner sind bei Profil 8 und 18 gröfsere Erdarbeiten in Aussicht genommen — die Gesamtlänge der neuen Strafsenstrecke beträgt 2000 m, der Einheitspreis für das Kilometer kann zu etwa 14000 M. angenommen werden, so dafs die Baukosten 28000 M. betragen.

Die Linie II vermeidet die Gegensteigung durch gröfsere Längenentwickelung; grofse Erdarbeiten sind durch Anwendung kleinerer Krümmungshalbmesser vermieden. Die Länge der Strafsenstrecke beträgt hiernach vom Punkte B bis zum Nullpunkt der Linie I 2550 m, wovon jedoch 250 m auf die schon bestehende Strafse fallen. Der Entwurf II hat somit eine Baulänge von 2300 m; es sind die Kosten für das Kilometer zu 12500 M. zu veranschlagen, so dafs der gesamte Bauaufwand sich auf 2,3 . 12500 = 28700 M. stellt. Die Nutzladung kann für beide in Wettbewerb stehende Linien zu 1050 kg angenommen werden; der Verkehr in beiden Richtungen möge gleich grofs, zu 25 Zugtieren täglich, angenommen werden, dann beträgt der Gesamtverkehr 365 . 25 . 1,05 = 9600 t.

Unter Benutzung der Launhardt'schen Tabelle für virtuelle Längen (Tabelle XXXII, Bd. 1, S. 323, vgl. auch Bd. 4, 3. Aufl., S. 54) ergeben sich für die Trasse I und II folgende Werte:

Trasse I: Virtuelle Länge AB 9,2174
„ „ BA 5,2083

und unter Annahme gleich starken Verkehrs in jeder Richtung:

$$\text{als Mittel } \frac{9{,}2174 + 5{,}2083}{2} = 7{,}2129,$$

ferner für Trasse II:

Virtuelle Länge, Richtung AB 8,3279
„ „ „ BA 4,3934

$$\text{und als Mittel } \frac{8{,}3279 + 4{,}3934}{2} = 6{,}3607.$$

Die Gesamtfrachtkosten berechnen sich hiernach für die Entwürfe I und II unter Annahme von 0,12 M. f. d. Tonnenkilometer auf der Wagerechten:

---

[42]) Nach Launhardt können bei einem jährlichen Verkehr von T Tonnen die Unterhaltungskosten im Mittel gesetzt werden zu: $U = (100 + 0{,}1\,T)$ in Mark.

[43]) Ist l die Länge einer Strafsenstrecke in der Steigung und l_1 die Länge einer wagerechten Strafse, auf welcher die reinen Beförderungskosten dieselben sind, so nennt man l_1 die virtuelle Länge der Strafse l.

Entwurf I.

Unterhaltungskosten 2(100 + 0,01 . 9600)	392 M.
Zinsen des Anlagekapitals 0,05 . 20000	1400 „
Jährliche Beförderungskosten 7,2129 . 0,112 . 9600 . .	8309 „
zusammen .	10101 M.

Entwurf II.

Unterhaltungskosten 2,55 (100 + 0,01 . 9600)	500 M.
Zinsen des Anlagekapitals 0,05 . 28750	1438 „
Jährliche Beförderungskosten 6,3607 . 0,12 . 9600 . .	7328 „
zusammen . .	9266 M.

Der Entwurf II ergibt somit um 835 M. geringere Kosten und ist daher der kürzeren Linie vorzuziehen.

§ 8. Krümmungshalbmesser und Wendeplatten.

1. Einflufs des Bewegungswiderstandes und der Fuhrwerkkonstruktion. Bei gekrümmten Strafsenstrecken kommt zunächst in Betracht die Vergröfserung des Bewegungswiderstandes gegenüber den geraden Strecken, sodann fragt es sich, welche Krümmungen mit Rücksicht auf die Konstruktion und die Abmessungen der Fuhrwerke überhaupt noch befahren werden können.

In Beziehung auf den Widerstand der Bewegung in Strafsenkrümmungen fehlt es an Beobachtungen; die Widerstandsvermehrung gegenüber der Geraden kann aber nicht grofs sein, da die meisten hemmenden Kräfte, welche bei der Bewegung von Eisenbahnfahrzeugen auftreten, nicht vorhanden sind. Es fällt das Klemmen der Spurkränze an den Schienen weg, ebenso die Reibung an den Radumfängen durch Gleiten der Räder, sofern die Räder der Landfuhrwerke lose auf der Achse sitzen, jedes Rad somit unabhängig vom andern sich drehen kann. Die einzige zu überwindende Mehrreibung ist die der Radfelge, indem das Rad beim Durchfahren eines Bogens sich um den Winkel des letzteren um eine lotrechte Achse drehen mufs. Die Erfahrung zeigt auch, dafs bei Strafsenwendungen die Fuhrleute nicht dem bequemen äufseren, sondern stets dem kürzeren inneren Halbmesser folgen; immerhin entsteht eine nicht unbedeutende Abnahme der Zugkraft bei solchen Wagen, die mit mehr als 2 Pferden bespannt sind, dadurch, dafs die vorderen Pferde infolge der Wegkrümmung einen schwächeren Zug als die hinteren ausüben. Man hat es bei ausnahmsweise starken Wegkrümmungen (Wendeplatten) indessen in der Hand, den Bewegungswiderstand dadurch zu vermindern, dafs die Steigungen etwas ermäfsigt werden, so dafs die Vermehrung des Bewegungswiderstandes in Strafsenkrümmungen wohl vernachlässigt werden kann.

Was den zweiten Punkt, die Abhängigkeit der Strafsenhalbmesser von den Abmessungen der Fuhrwerke anbelangt, so läfst sich diese sehr einfach rechnerisch ermitteln.

Wir bezeichnen im Folgenden mit:

l den Radstand des Wagens,
d die Länge des Gespanns,
r_1, r_2 die Halbmesser der Räderbahnen des rechten Hinterrades bezw. des linken Vorderrades,
B die theoretische Wegbreite,
B_0 die Breite der Chaussierung,
B_1 die gesamte Wegbreite (einschliefslich Erdbankett),
R den inneren Halbmesser der Strafse.

Wie in § 2 gezeigt wurde, wird die Bewegung der Wagen in den Krümmungen dadurch ermöglicht, dafs das Vordergestell der Wagen sich um einen gewissen Winkel dreht.

Aus Abb. 2 (S. 10) ergibt sich, dafs nach erfolgter Wendung des Vordergestells um den Winkel α, C den Drehpunkt beider Achsen darstellt; nunmehr beschreibt die Mitte des Hintergestells einen Kreis vom Halbmesser $l\ cotg\,\alpha$, das rechtsseitige Hinterrad einen solchen vom Halbmesser

$$r_1 = l\ cotg\ \alpha - \frac{s}{2} \quad \ldots \quad 14.$$

Der gröfste Wert von α beträgt für Landfuhrwerk etwa 30°; nehmen wir der Sicherheit halber etwas weniger, etwa $\alpha = 25°$, so folgt für den kleinsten Halbmesser:

$$r_1 = l\ cotg\ 25° - \frac{s}{2}$$

und wenn wir den Radstand l zu 3,0 m, die Spurweite s zu 1,2 m annehmen, so erhalten wir:

$$r_1 = 3{,}0\ cotg\ 25° - 0{,}6 = 5{,}83.$$

Unter der Voraussetzung, dafs die Wagenräder stets auf dem chaussierten Teil der Strafse verbleiben sollen und dafs noch ein geringer Spielraum von etwa 0,20 bis 0,25 m vorhanden sein mufs, ergibt sich, bei einer Breite c des Seitenbanketts von etwa 0,5 bis 0,6 m, ein kleinster Halbmesser des inneren Strafsenrandes von etwa 5 m, der wenigstens vorhanden sein mufs, wenn Landfuhrwerk von den gegebenen Abmessungen die Strafse soll befahren können.

Wie aus Abb. 2 ferner hervorgeht, beschreiben die übrigen Räder des Wagens gröfsere Kreise und es ist der Halbmesser für das linke Vorderrad:

$$r_2 = \frac{l}{sin\ \alpha} + \frac{s}{2} \quad \ldots \quad 15.$$

Damit der Wagen auf der Strafse Platz findet, mufs somit die Breite der Steinbahn wenigstens $= r_2 - r_1$ sein und für obiges Zahlenbeispiel erhalten wir daher:

$$r_2 = \frac{3{,}0}{sin\ 25} + \frac{s}{2} = 7{,}10 + 0{,}6 = 7{,}70\ \mathrm{m},$$

$$r_2 - r_1 = 7{,}70 - 5{,}83 = 1{,}87\ \mathrm{m}.$$

und wenn wir beiderseits 0,20 m Spielraum hinzufügen:

$$B = 1{,}87 + 0{,}4 = 2{,}27.$$

Mit Rücksicht darauf, dafs das linke Vorderpferd ebenfalls Platz finden mufs, ist eine gröfsere Breite nötig. Wir erhalten den Halbmesser des äufsersten Bogens annähernd, indem wir zum Halbmesser r, welchen die Spitze der Deichsel beschreibt, die halbe Wagenbreite addieren. Genau genommen erhalten wir etwas zu viel, da die Pferde weniger Raum beanspruchen, als der Wagenkasten.

Die nötige Wegbreite läfst sich aus der Abb. 25 (S. 58) berechnen und wir erhalten, wie leicht aus der Abbildung abzulesen, wenn b die Wagenbreite:

$$B = r + \frac{b}{2} - r_1 = \frac{b+s}{2} - l\ cotg\,\alpha + \sqrt{\frac{l^2}{sin^2\alpha} + d^2} \quad \ldots \quad 16.$$

Dieser theoretischen Wegbreite ist noch beiderseits ein Spielraum von etwa 0,2 m zuzuschlagen, so dafs:

$$B_0 = B + 0{,}4\ \mathrm{m} \quad \ldots \quad 16^a.$$

Die vollständige Strafsenbreite B_1 erhält man durch Zuschlag des beiderseitigen Banketts c:

$$B_1 = B + 0{,}4 + 2c \quad \ldots \quad 16_b.$$

Für unser Zahlenbeispiel mit $l = 3{,}0$ m, $s = 1{,}2$, $b = 2{,}0$, $d = 4{,}0$, $\alpha = 25^\circ$ wird $B_0 = 3{,}81$. Diese Breite mufs vorhanden sein, wenn sowohl der Wagen, als das Gespann in den Krümmungen Platz finden sollen.

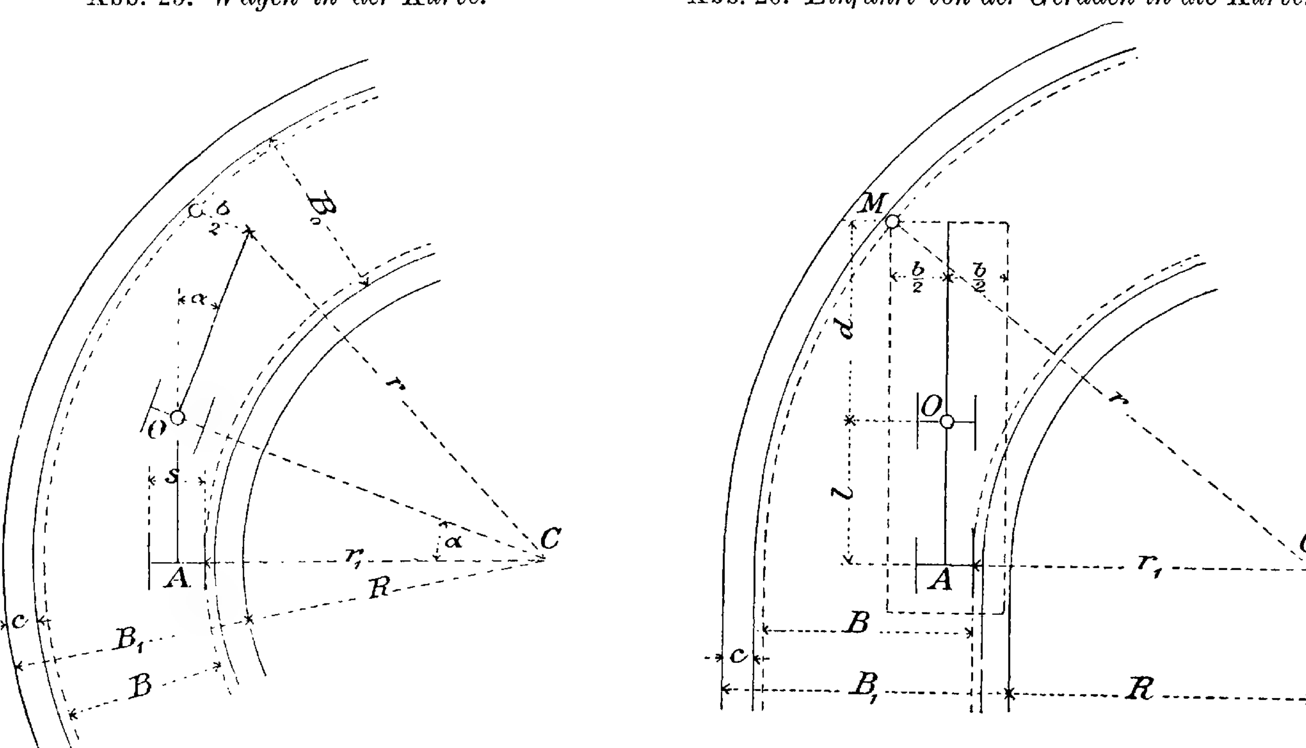
Ist der innere Halbmesser R der Strafse gröfser, als dem gröfsten Werte des Drehwinkels α entspricht, so ist zunächst aus Gl. 14 der Drehwinkel α zu berechnen, und dieser Wert von α in die Gl. 16 einzusetzen. Die nötigen Wegbreiten werden dementsprechend kleiner.

Weiterhin kommt nun aber noch die Einfahrt des Wagens aus der Geraden in die Krümmungen in Betracht und man ersieht aus der Abb. 26, dafs an der Einfahrtsstelle eine etwas gröfsere Breite nötig ist, die man dann der Einfachheit halber für die ganze Ausdehnung des Bogens beibehält.

Verfolgt der Fuhrmann in der Geraden den inneren Strafsenrand, so mufs er, bevor er wendet, so weit vorfahren, bis die Hinterachse am Bogenanfang angelangt ist (bei früherem Drehen des Vordergestells würde das rechte Hinterrad die Strafse verlassen). Das linke Vorderpferd mufs hierbei auf der Strafse bleiben und es sollte deshalb der äufsere Rand der besteinten Fahrbahn durch den Punkt M (s. Abb. 26) gezogen werden.

Abb. 25. *Wagen in der Kurve.*


Abb. 26. *Einfahrt von der Geraden in die Kurve.*



Nennt man wieder B die nötige Breite der Steinbahn, so ist:

$$\left(r_1 + \frac{s}{2} + \frac{b}{2}\right)^2 + (l + d)^2 = (r_1 + B)^2$$

und wenn man zur Vereinfachung der Gleichung $\frac{s}{2} = \frac{b}{2}$ setzt (zur Gewinnung eines Spielraumes), so nimmt B einen etwas gröfseren Wert an und es ist: $(r_1 + b)^2 + (l + d)^2 = (r_1 + B)^2$, woraus:

$$B = -r_1 + \sqrt{(l + d)^2 + (r_1 + b)^2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 17.$$

oder wenn B gegeben ist:

$$r_1 = \frac{(l + d)^2 + b^2 - B^2}{2\,(B - b)} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 18.$$

Die aus Gl. 17 erhaltenen Werte für B können unmittelbar als Breite der Steinbahn angenommen werden, da bei obiger Ableitung schon auf einen Sicherheitsstreifen Rücksicht genommen ist, die volle Strafsenbreite ist dann wie oben $B_1 = B + 2c$.

Für unser obiges Zahlenbeispiel $l = 3{,}0$, $s = 1{,}2$, $b = 2{,}0$, $d = 4{,}0$ erhalten wir, wenn wir weiter die Bankettbreite $c = 0{,}6$ setzen, aus den Gl. 14 bis 17 folgende Werte:

Tabelle XI. **Strafsenbreiten in Krümmungen bei 3 m Radstand.**

Halbmesser		α	Breite nach Gl. 16		Breite nach Gl. 17	
des inneren Strafsenrandes R	des inneren Chaussierungsrandes		B der Chaussierung	B_1 der Strafse	B der Chaussierung	B_1 der Strafse
5,0	5,60	25° 7'	3,84	5,04	4,73	5,93
6,0	6,60	22° 3'	3,62	4,82	4,49	5,69
7,0	7,60	19° 40'	3,46	4,66	4,30	5,50
8,0	8,60	17° 42'	3,31	4,51	4,10	5,30
10,0	10,60	14° 45'	3,11	4,31	3,80	5,00
15,0	15,60	10° 22'	2,80	4,00	3,30	4,50
20,0	20,60	8°	2,65	3,85	3,10	4,30
30,0	30,60	5° 27'	2,42	3,62	2,80	4,00

Die nach Gl. 17 berechneten Werte für die Strafsenbreite sind gröfser, als die aus Gl. 16 erhaltenen; man wird aber, sofern die Strafsen eine gröfsere Breite haben, als für ein Fuhrwerk erforderlich ist, nicht mit den Ergebnissen der Gl. 16 sich begnügen können, wie folgende Betrachtung zeigt. — Folgt der Wagen beim Einfahren in die Krümmung (Abb. 26) nicht dem rechtsseitigen, sondern dem linksseitigen Strafsenrand, so kann der Fuhrmann mit dem Wenden des Fuhrwerks schon beginnen, wenn die Pferde am Bogenanfang angekommen sind (nicht erst, wenn das Hinterrad diesen erreicht hat). Durch allmähliches Wenden gelangt dann das Fuhrwerk in die in Abb. 25 gezeichnete Lage bequemer, und ohne dafs die bedeutende Erbreiterung der Strafse nötig ist. Dieses allmähliche Wenden läfst sich durch die Rechnung nur schwer verfolgen; diese ergibt ziemlich umständliche Formeln, weshalb von ihrer Ableitung hier abgesehen wird.

Nicht zu übersehen ist, dafs bei gekrümmten Strafsenstrecken, wie Abb. 25 und Tabelle XI zeigen, das Fuhrwerk in der Krümmung eine wesentlich gröfsere Breite der Strafse in Anspruch nimmt, als in der Geraden. Soll gleichzeitig noch Raum für ein entgegenkommendes Fuhrwerk geschaffen werden, so ergeben sich bei kleinen Halbmessern unter 10 m sehr grofse Strafsenbreiten; man wird deshalb derartig kleine Halbmesser auch bei untergeordneten Strafsen möglichst zu vermeiden suchen; wo dies nicht angeht, wird man bei Einmündung von Feldwegen in Hauptstrafsen darauf rechnen müssen, dafs an diesen Stellen die Fuhrwerke aufeinander warten. Da dies bei Hauptstrafsen nicht angeht, so wird bei einer Strafse mit 5,0 m breiter Chaussierung unter das Mafs von 30 m für den Halbmesser nicht herabgegangen werden können.

Eine Schwierigkeit ergibt sich bei städtischen Strafsen dadurch, dafs bei Einmündung von Querstrafsen in Hauptstrafsen die Halbmesser der Strafsenränder in der Einmündung sehr klein sind, in der Regel nicht mehr als 2 bis 3 m (entsprechend der Breite der Gehwege) betragen. Ein städtisches Fuhrwerk mit 90° Drehwinkel des Vordergestells (s. S. 10) kann diesen Rändern folgen, nicht aber Landfuhrwerk mit nur 30° Drehwinkel, die doch öfters städtische Strafsen benutzen müssen. Beim Einfahren

von der Hauptstraſse in die Querstraſse wird deshalb, wenn die Straſsen nicht sehr breit sind, meist die ganze Straſsenfläche in Anspruch genommen, so daſs Verkehrsstörungen nicht ausgeschlossen sind. Wir werden bei Besprechung städtischer Straſsenanlagen auf diese Verhältnisse zurückzukommen haben.

Die bis jetzt gefundenen Ergebnisse können wir in folgenden Sätzen zusammenfassen:

a) Der kleinste Halbmesser einer Straſse hängt ab von dem Radstand der Fuhrwerke und dem Drehwinkel des Vordergestells. (Für städtisches Fuhrwerk, wo α bis 90° wachsen kann, ist der Halbmesser am kleinsten.) Die Länge des Gespanns hat auf die Gröſse des kleinsten Halbmessers keinen Einfluſs.

b) Die Breite einer Straſse, deren innerer Halbmesser R gegeben ist, muſs um so gröſser sein, je kleiner R, je gröſser der Radstand und die Länge des Gespanns, der gröſste Drehwinkel des Vordergestells kommt hierbei nicht in Betracht.

c) Schlieſst eine gekrümmte Straſsenstrecke sich an eine Gerade an (ist also keine Gegenkurve vorhanden), so sollte streng genommen die Straſse an der Einmündung in den Bogen eine gröſsere Breite erhalten, als in der Kurve selbst, dies wird aber nur bei sehr kleinem inneren Halbmesser und geringer Straſsenbreite nötig sein.

d) Für unser gewöhnliches Landfuhrwerk ($l = 3{,}0$ m, $\alpha_{max} = 30°$) sind Krümmungen des inneren Straſsenrandes unter 5,0 m nicht zulässig. Bei Straſsen unter 4,0 m Breite haben in Krümmungen Erbreiterungen der Straſse einzutreten, wenn der innere Halbmesser des Weges weniger als 10 m beträgt, auch wenn eine Begegnung zweier Wagen nicht in Rechnung zu nehmen ist.

Abb. 27. *Umwenden einer Droschke.*

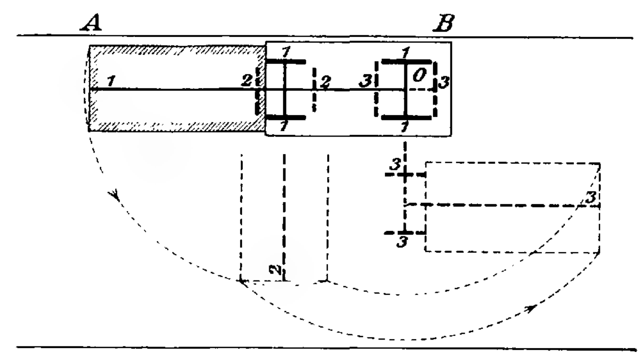
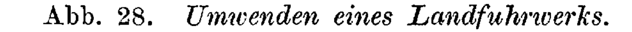
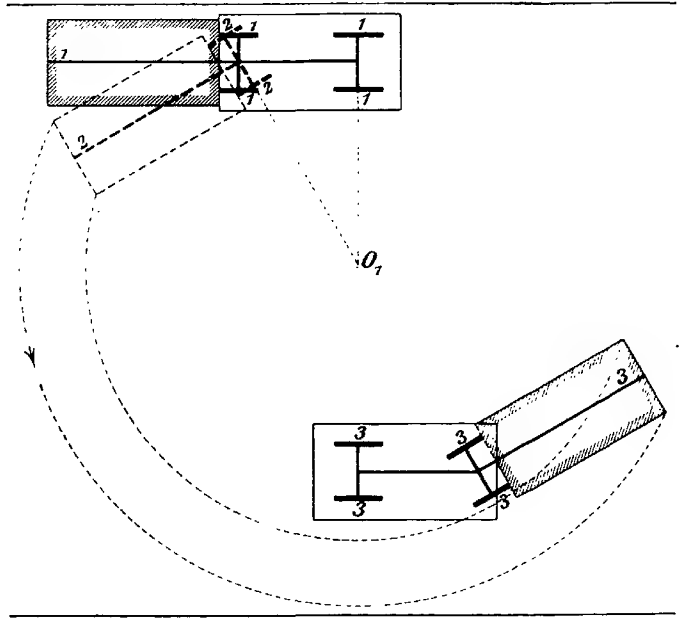


Abb. 28. *Umwenden eines Landfuhrwerks.*





Es mag von Interesse sein, zu wissen, welche Straſsenbreite nötig wird, um mit einem Fuhrwerk umwenden zu können. Eine zeichnerische Lösung führt am einfachsten zum Ziel, wie die Abb. 27 u. 28 zeigen. Eine Droschke von 2,5 m Radstand, am Fuſswegrand $A\ B$ stehend, wird umgewendet, indem die Deichsel mit den Pferden mit der Vorderachse um 90° gegen die Straſse gedreht wird (s. Stellung 2). Das Fuhrwerk setzt sich hierauf in Bewegung, wobei Drehung um den Mittelpunkt O der Hinterachse erfolgt, bis Pferde und Vorderräder an dem gegenüberliegenden Straſsenrand stehen (s. Stellung 3).

Die Hinterachse mit den Rädern steht hierbei noch senkrecht zur Strafse. Indem nun der Fuhrmann sich parallel dem Strafsenrand in Bewegung setzt, wendet die Hinterachse nach und nach (unter Verkleinerung des Drehwinkels) in eine zur Strafse parallele Richtung. Der Mittelpunkt der Hinterachse beschreibt hierbei eine flache, in der Abb. 27 nicht angegebene Kurve. Die notwendige Breite der Strafse ergibt sich hiernach zu 6,0 bis 6,5 **m**, welche in städtischen Strafsen wohl meist zur Verfügung stehen wird.

Für ein Landfuhrwerk von 2,5 **m** Radstand ist die Ausführung des Umwendens in Abb. 28 durchgeführt. Nach Drehung der Vorderachse um 30° bewegt sich das Fuhrwerk um den Punkt O_1 als Mittelpunkt. Die Bewegung kann fortgesetzt werden bis zur Stellung 3, so dafs der Wagen parallel dem Strafsenrand steht; die Drehung wird aufgehoben und der Wagen bewegt sich parallel zur Strafsenrichtung fort. Der Fuhrmann kann auch schon wenden, wenn nur die Pferde mit der Deichsel parallel dem Strafsenrand stehen, die Hinterachse folgt dann wieder in flacher Kurve den Vorderrädern. Eine Verminderung der nötigen Strafsenbreite ist aber hierdurch nicht möglich. Die nötige Strafsenbreite ergibt sich nach Abb. 28 zu etwa 12 **m**. Bei Landstrafsen kann man neben der Chaussierung auch die Fufswege zum Umwenden beiziehen, da umzudrehende Wagen meist leer sind. Bei städtischen Strafsen geht das selbstverständlich nicht an, man mufs hier einen in der Nähe liegenden Platz oder eine einmündende Querstrafse benutzen.

Die Angaben der Strafsenbaumeister über die zweckmäfsigsten Krümmungshalbmesser sind verschieden: Nach französischen Ingenieuren soll er bei einer Strafse nicht unter 30,0 **m** genommen werden.[44]) Nördlinger gibt in seiner Anweisung für die Ausführung von Wegübergängen bei der Orleansbahn folgende kleinste Werte der Krümmungen an[45]):

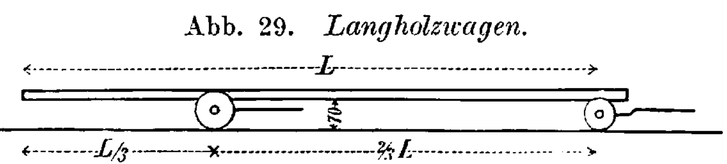
Routes imperiales et departementales	50—30 **m**
Hauptverbindungsstrafsen	15 **m**
Vizinalstrafsen	10 **m**
Güterwege	6 **m**.

Diese Mafse sind wohl für den inneren Halbmesser der Strafsen und nicht für deren Achse zu verstehen.

Als zweckmäfsigster Halbmesser sind wohl für Hauptstrafsen 50 **m**, für Vizinalwege 30 **m**, für Güterwege 10 **m** (auf die Strafsenachse bezogen) zu bezeichnen, für besondere Fälle sind Halbmesser und Wegbreite, unter Benutzung der Tabelle XI bezw. der Formeln 16 bis 18 zu bemessen.

2. Langholzbeförderung. Eine besondere Betrachtung erfordert die Bestimmung der Halbmesser für Strafsen, auf welchen Langholzbeförderung stattfindet, wegen des grofsen Radstandes der Langholzwagen, welcher denjenigen des Landfuhrwerks weit überschreitet.

Abb. 29. *Langholzwagen.*



Wir haben oben (S. 59 in Tab. XI) gefunden, dafs für gewöhnliches Landfuhrwerk bei Anwendung des kleinsten Halbmessers von 6,0 **m** eine Breite der Strafse von 5,69 **m** genügt. Viel ungünstiger gestaltet sich die Sachlage bei Fuhrwerk mit grofsem Radstand — beim Langholzfuhrwerk. Wir nehmen im Folgenden

[44]) Debauve, Routes, S. 62.

[45]) Heusinger v. Waldegg, Handbuch der speziellen Eisenbahntechnik I, 2. Aufl. S. 409, 4. Aufl. S. 526.

an, dafs die Stämme so geladen sind, dafs $^1/_3$ des Stammes nach hinten überragt, so dafs unter Vernachlässigung des kurzen über die Vorderachse vorstehenden Stammteils der Abstand der Wagenachsen $l = {}^2/_3$ der Stammlänge beträgt. Für Stämme von 30 **m** Länge ergibt sich, da $l = 20{,}0$ **m**, für einen Drehwinkel von 35° der kleinste Halbmesser $r_1 = 20{,}0\ cotg\ 35° - \frac{1{,}2}{2} = 28{,}0$ **m** und die zugehörige Strafsenbreite, wenn $d = 4{,}2$ **m**, Gespannbreite $b = 2{,}0$ **m** angenommen wird, nach Gl. 16:

$$B = \frac{2{,}0 + 1{,}2}{2} - 20{,}0\ cotg\ 35° + \sqrt{\frac{20^2}{sin^2 35} + 4{,}2^2} = 8{,}15.$$

Mit Hinzurechnung von Spielraum und Bankettbreite wird:

$$B_1 = 8{,}15 + 2 . 0{,}2 + 2 . 0{,}6 = 9{,}75 \text{ m},$$

woraus hervorgeht, dafs 30 **m** lange Stämme nur auf Hauptstrafsen ohne besondere Vorrichtung befördert werden können. Auf den gewöhnlichen Vizinalstrafsen, Holzabfuhrwegen u. s. w. können aber dergleichen Halbmesser und Strafsenbreiten nicht immer angewendet werden, namentlich, wenn es sich um Wendeplatten an steilen Abhängen handelt (s. Abb. 4 bis 13, Taf. III), weil die Erdarbeiten viel zu bedeutend würden. Man greift deshalb hier zu dem Hilfsmittel des Schwickens (vergl. § 2, S. 11 u. 12). Die erforderlichen Halbmesser werden hierdurch kleiner, ebenso deren Unterschied, von welchem allein die Breite der Strafse abhängt.[46])

An solche Wendeplatten, bei welchen eine Drehung des Hintergestells des Wagens in Aussicht genommen wird, können nun verschiedene Anforderungen gestellt werden.

a) Es wird nur verlangt, dafs die Räder des Wagens innerhalb der Steinbahn bleiben, dagegen gestattet, dafs das überhängende Ende des Stammes über den Strafsenrand hinausrage.

Es bezeichne wieder $r_{,}$ den Halbmesser der Bahn des hinteren rechtsseitigen Rades, α und $\alpha_{,}$ die Drehwinkel des Vorder- und Hintergestells, l den Abstand der Achsen, ferner B_0 die Breite der Steinbahn, B_1 die Strafsenbreite, R den kleinsten Halbmesser des inneren Strafsenrandes, so stellt Abb. 30 die Stellung des Wagens bei gedrehtem Hintergestell dar. Die Bespannung soll vorerst aufser acht gelassen werden.

Die gesuchten Gröfsen $r_{,}$ und B findet man nun aus folgenden Gleichungen:

$$\left(r_{,} + B - \frac{s}{2}\right) sin\ (\alpha + \alpha_{,}) = l\ cos\, \alpha_{,}$$

$$\left(r_{,} + \frac{s}{2}\right) sin\ (\alpha + \alpha_{,}) = l\ cos\, \alpha$$

woraus:

$$r_{,} = \frac{l\ cos\,\alpha}{sin\ (\alpha + \alpha_{,})} - \frac{s}{2} \quad \ldots \quad 19.$$

$$B = l\ \frac{cos\,\alpha_{,} - cos\,\alpha}{sin\ (\alpha + \alpha_{,})} + s \quad \ldots \quad 20.$$

Für $\alpha = \alpha_{,}$ wird:

$$r_{,} = \frac{l\ cos\,\alpha}{sin\ 2\alpha} - \frac{s}{2} = {}^1/_2 \left(\frac{l}{sin\,\alpha} - s\right) \quad \ldots \quad 19^a.$$

$$B = s \quad \ldots \quad 20^a.$$

---

[46]) Der hintere Überhang der Stämme ist häufig noch gröfser, wie nachstehende an Langholzwagen im Schwarzwald gemachte Abmessungen zeigen:

Überhang vorn	Radstand	Überhang hinten	Stammlänge
1,2 m	10,6 m	11,2 m	23,0 m
1,3 „	12,0 „	9,7 „	23,0 „
1,2 „	11,1 „	10,7 „	23,0 „

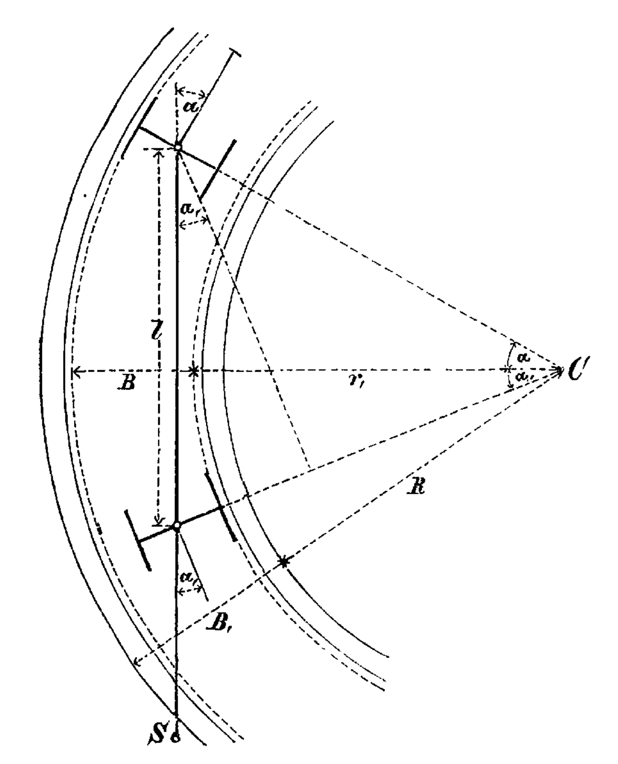
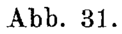


Abb. 30.
Langholzwagen mit verschiedenen Drehwinkeln.



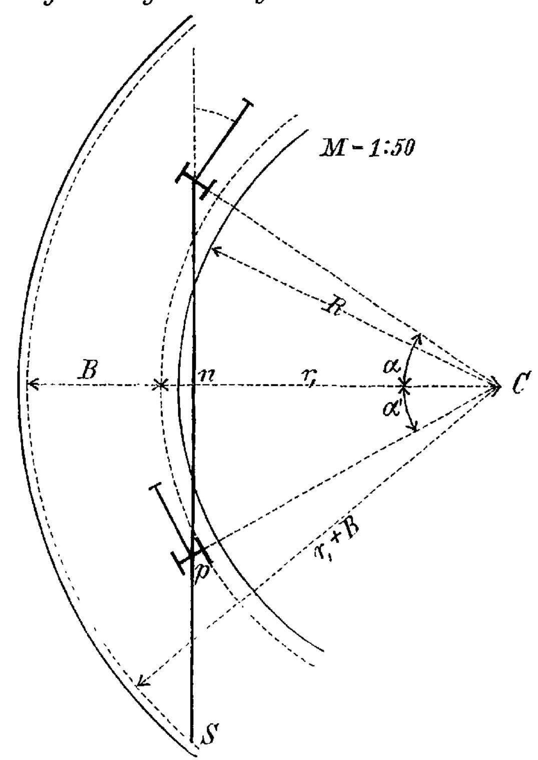


Abb. 31.
Langholzwagen mit gleichen Drehwinkeln.

Für obiges Zahlenbeispiel $l = 20{,}0$, $s = 1{,}2$, $\alpha = 35°$ erhalten wir, wenn wir den Drehwinkel des Hintergestells $\alpha_{,} = 30°$ annehmen, aus Gl. 19 u. 20:

$$r_{,} = \frac{20 \,.\, 0{,}819}{0{,}906} - 0{,}6 = 17{,}4 \text{ m},$$

$$B = 20 \, \frac{0{,}866 - 0{,}819}{0{,}906} + 1{,}20 = 2{,}23 \text{ m}.$$

Unter Berücksichtigung eines beiderseitigen Spielraums von 0,2 und 0,6 m Bankettbreite ergibt sich sodann schliefslich:

$$R = r_{,} - (0{,}2 + 0{,}6) = 16{,}6 \text{ m},$$

$$B_1 = 2{,}23 + 0{,}4 + 1{,}2 = 3{,}83 \text{ m}.$$

Da aus anderen Gründen die Wege breiter als 3,83 m gemacht werden, so folgt aus obigem, dafs auch bei den längsten Stämmen, wenn nur der innere Wegrand einen Halbmesser von 16,6 m hat, eine Erbreiterung des Weges in den Krümmungen nicht nötig ist; aufser dem Wagen selbst finden auch die Pferde genügend Platz.

Für den Fall, dafs $\alpha = \alpha_{,} = 30°$, hätte man nach Gl. 19ª u. 20ª erhalten:

$$r_{,} = {}^1/_2 \left(\frac{20{,}0}{0{,}5} - 1{,}2\right) = 19{,}4 \text{ m},$$

$$R = r_{,} - 0{,}8 = 18{,}6 \text{ m},$$

$$B_1 = 1{,}6 + s = 2{,}8 \text{ m}.$$

Vorder- und Hinterräder beschreiben hier dieselben Kreise.

Bei Wendeplatten in steilem Gelände, die gewöhnlich zur Hälfte in tiefem Einschnitt, zur Hälfte in hohem Auftrage liegen, mufs der Überhang der Stämme berücksichtigt werden. Das über die Hinterräder hinausragende und meist etwas herabhängende Stammende darf nicht am Grabenrand der Einschnittsböschung, oder an den häufig statt letzteren vorhandenen Stützmauern, in den Auffüllungen ebenso wenig an den am Strafsenrand aufgestellten Sicherheitssteinen, Bäumen oder dergleichen anstreifen. Es wird deshalb häufig noch die weitere Bedingung aufgestellt:

b) Das Stammende darf nicht über den Strafsenrand hinausragen. Der Halbmesser des äufseren Strafsenrandes bestimmt sich nach der Lage des Stammendes S, der innere Halbmesser $r,$ ist aber wie im vorigen Fall durch Gl. 19 gegeben (s. Abb. 31, S. 63):

$$r, = \frac{l \cos \alpha}{\sin (\alpha + \alpha,)} - \frac{s}{2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 21.$$

Zur Bestimmung der Wegbreite B erhalten wir der Reihe nach (vergl. Abb. 31):

$$\overline{Cn} = \left(r, + \frac{s}{2}\right) \cos \alpha,$$

$$\overline{np} = \left(r, + \frac{s}{2}\right) \sin \alpha,$$

$$\overline{pS} = {}^1/_2\, l \text{ (nach Abb. 30)}$$

$$r, + B = \sqrt{\overline{Cn}^2 + \overline{nS}^2}$$

$$B = \sqrt{\overline{Cn}^2 + \overline{nS}^2} - r, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 22.$$

Für unser obiges Zahlenbeispiel erhalten wir, da $r, = 17{,}4$ m:

$$\overline{Cn} = (17{,}4 + 0{,}6)\ 0{,}866 = 15{,}6 \text{ m}$$

$$\overline{nq} = 18{,}0 \,.\, 0{,}5 = 9{,}0 \text{ m}$$

$$\overline{nS} = np + pS = 9{,}0 + {}^1/_2 \,.\, 20 = 19{,}0 \text{ m}$$

$$B = \sqrt{15{,}6^2 + 19^2} - 17{,}4 = 7{,}15 \text{ m}.$$

Um die vollständige Strafsenbreite zu erhalten, ist noch auf der inneren Seite ein Spielraum von etwa 0,2 **m** und das Bankett mit 0,6 **m** zuzuschlagen; auf der äufseren Seite ist das Bankett schon inbegriffen, da der Stamm wohl über dieses wegstreifen darf; wünschenswert ist hier ein etwas gröfserer Spielraum von etwa 0,5 **m**, wodurch man für die Strafsenbreite erhält:

$$B, = 7{,}15 + 0{,}2 + 0{,}6 + 0{,}5 = 8{,}45$$

und für den inneren Halbmesser:

$$R = r, - (0{,}2 + 0{,}6) = 16{,}6 \text{ wie in Fall a.}$$

Die Strafsenbreite ist, wie man sieht, gegenüber Fall a) erheblich gröfser geworden, die Breite der Steinbahn kann jedoch derjenigen des Fall a) gleichbleiben, das Gespann findet ebenfalls ungehindert Raum.

Wie aus obigen Zahlen ersichtlich, ist $\overline{Cn}$ kleiner geworden als $r,$ und selbst als R, die Stammmitte ragt deshalb um $16{,}6 - 15{,}6 = 1{,}0$ **m** über den inneren Strafsenrand herein. Dies dürfte insofern unbedenklich sein, als auf der inneren Seite der Wendeplatten in den Einschnitten keine Stützmauern, in den Auffüllungen keine Sicherheitsvorkehrungen nötig sind, weil hier die Dämme viel weniger hoch sind (vergl. Abb. 1 u. 10, Taf. III). Würde dies nicht zutreffen, so müfste das innere Bankett erbreitert werden und der innere Halbmesser kleiner als 15,6 **m** angenommen werden, wodurch die Strafsenbreite sich weiterhin vergröfsern würde (vergl. Abb. 16, Taf. I).

Als eine sehr zweckmäfsige Anordnung kann auch bezeichnet werden, dafs man das innere Bankett der Strafse als erhöhten Fufsweg behandelt, dagegen die Strafsenchaussierung durch erhöhte Randsteine begrenzt. Dieses erhöhte Bankett verhindert sicher das Ablaufen der Räder von der Strafse, so dafs Sicherheitssteine am äufseren Strafsenrand wegbleiben können und das Überragen des Langholzstammes über den

äufseren Strafsenrand ohne weiteres stattfinden kann (s. Abb. 31). Auf der mit dem Halbmesser r_1 beschriebenen punktierten Linie sind erhöhte Randsteine zu denken.

Für Stämme von 21,0 m Länge erhält man folgende Abmessungen:

$$l = {}^2/_3 \,.\, 21{,}0 = 14 \text{ m}, \qquad \overline{pS} = {}^1/_2\, l = 7{,}0 \text{ m},$$

$$\alpha = 35^\circ,\ \alpha_1 = 30^\circ, \qquad \alpha + \alpha_1 = 65^\circ,$$

$$r_1 = \frac{14{,}0 \,.\, 0{,}819}{0{,}9063} - 0{,}6 = 12{,}7 - 0{,}6 = 12{,}1 \text{ m},$$

$$\overline{Cn} = (12{,}1 + 0{,}6)\ 0{,}866 = 11{,}0,$$

$$\overline{np} = 12{,}7 \,.\, 0{,}5 = 6{,}35,$$

$$\overline{nS} = 6{,}35 + 7{,}0 = 13{,}35,$$

$$B = \sqrt{11^2 + 13{,}35^2} - 12{,}1 = 17{,}3 - 12{,}1 = 5{,}2 \text{ m},$$

$$B' = 5{,}2 + 0{,}8 + 0{,}5 = 6{,}5 \text{ m},$$

$$R = 12{,}1 - 0{,}8 = 11{,}3 \text{ m}.$$

Ferner die Breite der Steinbahn $= B + 2 \,.\, 0{,}2$, wobei B nach Gl. 20 zu bestimmen ist:

$$B_0 = B + 0{,}4 = 0{,}4 + 14 \,.\, \frac{0{,}866 - 0{,}819}{0{,}4063} + 1{,}2 = 2{,}3 \text{ m}.$$

In runden Zahlen kann man demnach annehmen, wenn die Strafse Raum für den ganzen Langholzstamm bieten soll, für Langholz bei:

	21 m Länge	30 m Länge
Innerer Halbmesser	11,0 m	16,6 m
Breite der Steinbahn	2,3 „	2,6 „
Inneres Bankett	0,6 „	0,6 „
Äufseres Bankett	3,6 „	5,2 „
Ganze Strafsenbreite	6,5 „	8,4 „

Wir haben seither nur den Fall betrachtet, dafs ein Fuhrwerk die Wendeplatte benutzt. Soll auch noch für das Vorbeifahren eines gewöhnlichen Wagens Raum geschafft werden, so sind noch 2 bis $2^1/_2$ m der Strafsenbreite zuzuschlagen, in der Regel wird dies aber nicht nötig sein, die Wendeplatten bieten meist freie Übersicht, und bei dem verhältnismäfsig geringen Verkehr von Langholzfuhrwerken kann ein entgegenkommendes gewöhnliches Fuhrwerk warten, bis ersteres die Wendeplatte verlassen hat.

Im allgemeinen wird man davon ausgehen, wie wir im Vorstehenden getan, für R den kleinsten Halbmesser anzuwenden, wenn aber das Gelände ziemlich flach ist, kann man R gröfser annehmen und erhält dann namentlich im Fall b) wesentlich geringere Strafsenbreiten. Es wird dies übrigens nur selten möglich sein, weil im flachen Gelände ohnedies Wendeplatten nicht nötig sind. Vergleichende Kostenberechnungen müssen über die Wahl des Halbmessers entscheiden.

So einfach die vorstehenden Formeln sind, so führt doch eine graphische Lösung viel einfacher und rascher zum Ziel. Man zeichnet die Langholzwagen nach Anleitung der Abb. 30 u. 31 im richtigen Mafsstabe auf, mit Berücksichtigung der Achsdrehwinkel α und α_1 und erhält dann unmittelbar die erforderlichen Halbmesser und die nötige Strafsenbreite. Die Anfertigung solcher Figuren ist, wenn die Abmessungen gegeben sind, so einfach, dafs eine nähere Anweisung überflüssig erscheint.

3. Einfahrt der Wagen in die Wendeplatten bezw. in einmündende Strafsen. Wir betrachten zunächst den Fall, dafs die Strafsenwendung sich an eine Gerade anschliefst, deren Länge wenigstens der Wagenlänge entspricht. Wir wenden das graphische Verfahren an und setzen der Einfachheit halber voraus, dafs die Drehwinkel α und α_1 gleich grofs sind, so dafs für die Abmessungen der Wendeplatten die Gl. 19^a u. 20^a (s. S. 62) mafsgebend sind. Eine Verallgemeinerung des Verfahrens für verschiedene Drehwinkel hat keine Schwierigkeit und wird nur eine geringe Veränderung der Ergebnisse bedingen.

In Abb. 16, Taf. I sei r_1 der Halbmesser nach Gl. 19^a, welchen die inneren Räder beschreiben, so mufs der Wagen zunächst in die Stellung $a\,b$ gebracht werden, wenn er in der Richtung des Pfeiles die Strafsenwendung durchfahren soll. Diese Stellung kann nicht erreicht werden, wenn der Wagen in der Geraden den linksseitigen Strafsenrand einhält, denn wenn das Vorderrad in a angekommen ist und dem Bogen $a\,b$ folgen will, so mufs das Vordergestell gedreht werden, infolge dessen bewegt sich aber das Hintergestell um den gemeinschaftlichen Schnittpunkt der Achsen und das linksseitige Hinterrad verläfst den Strafsenrand. Wenn deshalb die Strafse nur gerade die Breite hätte, welche die Gl. 20 bezw. 20^a verlangt, so wäre ein Einfahren in die Kurven unmöglich.

Hat dagegen die Strafse eine gröfsere Breite, so kann man sich die Einfahrt in der Art denken, dafs der Wagen in der Geraden dem rechtsseitigen Strafsenrand folgt und in einiger Entfernung von dem Bogenanfang a mit dem Wenden beginnt. Es sei $a_0\,b_0$ die letzte Stellung des Wagens parallel dem Strafsenrande, die Vorderachse b_0 durchläuft unter allmählichem Wenden die flache Kurve $b_0\,b$, während die Hinterachse den Weg $a_0\,a$ zurücklegt. In $a\,b$ angekommen, wird nun auch die Hinterachse in den Halbmesser gestellt und der Wagen durchrollt mit gleichgedrehter Hinter- und Vorderachse die Wendeplatte. Die Kurven $b_0\,b$ und $a_0\,a$ sind voneinander abhängig, die Beziehung zwischen beiden ist aber höchst verwickelt, und ebenso schwer ist es in Wirklichkeit für den Fuhrmann, zur rechten Zeit abzubiegen; es ist deshalb zweckmäfsig, das Einfahren in die Wendeplatte in anderer Weise auszuführen, wobei allerdings meist eine Erbreiterung der Strafse an der Einfahrt nötig ist.

Es sei in Abb. 15, Taf. I $\overline{n\,m}$ die Richtung der an die Strafsenkehre sich anschliefsenden Geraden und $\overline{n\,p}$ der Kreis, in welchem die Mitte der Wagenachse sich bewegt, so dafs $\overline{O\,n} = r_1 + \frac{s}{2}$ (wo r_1 nach Gl. 19^a bestimmt ist). Man verlängere den Kreis nach rückwärts und trage in denselben eine Sehne $a\,b =$ dem Radstand l und parallel der Wegrichtung $\overline{m\,n}$ ein, so erfolgt die Bewegung des Wagens zunächst in der Geraden $\overline{b_0\,b}$, bis die Vorderachse in b, die Hinterachse in a angekommen ist. Man dreht nun das Vordergestell und Hintergestell gleichzeitig um den vollen Drehwinkel und der Wagen bewegt sich wieder wie vorher in die Wendeplatte, indem die Vorderachse die Kurve $\overline{b\,p}$ und Fortsetzung, die Hinterachse die Kurve $\overline{a\,n\,b\,p}$ verfolgt.

Die theoretische Form der Wegränder findet man nun leicht, indem man von dem Wege der Vorderachse $b_0\,a\,b\,p$ und der Hinterachse $a\,n\,b\,p$ nach beiden Seiten die halbe Spurweite des Wagens mit entsprechendem Spielraum nebst Bankettbreite abträgt. Es entsteht hierdurch eine Wegform, wie sie in der Abbildung durch Schraffierung angedeutet ist; die gerade Strafsenstrecke geht nicht tangential in den Bogen über, und am Bogenanfang ist die Strafse beträchtlich breiter.

Setzen wir wie oben die Spurweite = 1,2 m, den Spielraum beiderseits je 0,5 m, die Bankettbreite = 0,6 m, so wird die Strafsenbreite in Gerade und Kurve:

$$B_1 = 1{,}2 + 2\,.\,0{,}5 + 2\,.\,0{,}6 = 3{,}4 \text{ m}$$

und am Bogenanfang

$$B_2 = 3{,}4 + \left(r_1 + \frac{s}{2}\right)(1 - \cos\alpha),$$

somit für einen Wagen von 20 m Radstand und 30° Drehwinkel: $r_1 = 19{,}4$,

$$B_2 = 3{,}4 + 20\,(1 - \cos 30^\circ) = 6{,}07.$$

Aufser der Fläche zur Bewegung des Fuhrwerks ist sodann streng genommen noch ein Raum nötig zum Aufstellen der Pferde, ehe das Vordergestell wendet; dieser Raum efg ist ebenfalls durch Schraffierung angedeutet.

Aus mehrfachen Gründen wird diese theoretische Wegform nicht beibehalten, die normale Wegbreite von 3,4 m kommt nirgends vor, und namentlich in den Wendeplatten pflegt man nicht mit der Breite zu sparen, um für die Drehung der Wagen mehr Sicherheit zu haben.

Zunächst ist die Breite in der Geraden auf die gewöhnliche Strafsenbreite zu bringen und mittels Gegenkurve mit dem äufseren Rand der Wendeplatte zu verbinden. Sodann ist eine Erbreiterung der Strafse in der Wendeplatte leicht zu erreichen, indem man von O mit Oq einen Kreis beschreibt, welcher den inneren Wegrand darstellt. Hierdurch wird das Aussehen verbessert und für gewöhnliches Fuhrwerk ein kürzerer Weg für Durchfahrung der Kurve geschaffen. Wie leicht ersichtlich, hängt bei dieser Anordnung der Stamm nicht mehr über den inneren Strafsenrand herein und es können auch hier erhöhte Sicherheitsvorrichtungen angebracht werden.

Für unser Zahlenbeispiel erhalten wir hiernach in der Strafsenwendung einen inneren Halbmesser:

$$R = \left(r_1 + \frac{s}{2}\right)\cos\alpha - \frac{3{,}4}{2} = 15{,}6 \text{ m}, \qquad B_1 = 6{,}07 \text{ m}.$$

In der Regel werden die Strafsen, um die es sich hier handelt, eine geringere Normalbreite haben als 6 m, wenn deshalb das Gespann, ehe der Vorderwagen wendet (das Dreieck efg), auf der Strafse selbst Platz finden soll, so ist auch eine Erbreiterung der Strafse in der Wendeplatte nach aufsen nötig. Wird schliefslich noch verlangt, dafs das Stammende S auf der Strafse Platz finde (vergl. unter b, S. 64, so ist die Wendeplatte durch einen aus O mit dem Halbmesser OS gezogenen Kreis zu begrenzen, wie in Abb. 15, Taf. I mit punktierten Linien angegeben ist.

Folgt auf die Wendeplatte eine Gegenkurve, was in bergigem Gelände häufig der Fall sein wird, so ziehe man in beiden gekrümmten Strafsenteilen (Abb. 17, Taf. I) Kreise mit dem Halbmesser $r_1 + \frac{s}{2}$, entsprechend dem Wege der Mitte der Achsen, und lege (durch Probieren) in beide Kreise eine Gerade $a_0 b$ so herein, dafs die abgeschnittenen Sehnen $a_0 b_0$ und ab gleich dem Radstand l sind. Der Wagen fährt in der ersten Krümmung mit Hilfe der Schwicke nach $a_0 b_0$, von hier in der Geraden nach ab und dann wieder mit Hilfe der Schwicke in der zweiten Krümmung. Die geometrischen Wegränder sind wieder leicht einzuzeichnen, wie es im vorigen Falle geschehen ist, und ebenso leicht durch brauchbare Umrisse zu ersetzen.

In Städten können lange Stämme nur dann von einer Strafse in eine senkrecht darauf einmündende enge Strafse befördert werden, wenn erstere genügende Breite hat. Die Abb. 20, Taf. I zeigt die verschiedenen Wagenstellungen für eine Stammlänge von 21 m und einen Radstand von 14 m[47]) und zwar unter der Annahme, dafs das Vordergestell um 35° gedreht werden kann, die Schwicke aber wegbleibt. Die Seitenstrafse

[47]) Stämme von dieser Länge sind für Baugerüste, wie sie in Stuttgart verwendet werden, notwendig.

mufs hiernach zwischen den Fufswegen eine Breite von wenigstens 6,6 m, die Hauptstrafse dagegen von 15,0 m haben, damit die Bewegung ausführbar ist.

In Wirklichkeit wird die Einfahrt in die Seitenstrafse in etwas anderer Weise erfolgen, als in der Zeichnung angenommen worden ist. Dort wurde vorausgesetzt, dafs der Fuhrmann erst dann (um den vollen Drehwinkel) zurückwendet, wenn das Vordergestell in b_3, das Hintergestell in a_3 steht, in der Wirklichkeit aber wird der Fuhrmann, sobald das Vordergestell nach b_2 gelangt ist, geradeaus oder in langgestreckter Kurve der Strafsenmitte zu fahren, wodurch die Wendung des Vordergestells nicht plötzlich, sondern allmählich stattfindet, die Hinterräder beschreiben dann eine Kurve, die vom Kreisbogen $a_2 a_3$ nach aufsen abweicht, so dafs dann die Einfahrt auf etwas engerem Raume möglich ist. Da man indessen in der Praxis nicht zu sparsam rechnen kann, so dürfte die in der Zeichnung angegebene Darstellung zuverlässige Ergebnisse für die benötigte Strafsenbreite abgeben.

Aus Abb. 20, Taf. I geht hervor, dafs bei der Einfahrt langer Holzstämme aus einer städtischen Hauptstrafse in eine Seitenstrafse auch bei grofser Breite der ersteren die ganze Strafsenbreite in Anspruch genommen wird, somit der gesamte übrige Strafsenverkehr während der Durchfahrt unterbrochen ist.

Fassen wir die bis jetzt für Strafsenkrümmungen gewonnenen Ergebnisse zusammen, so ist zunächst festzustellen, dafs der kleinste Halbmesser und die Strafsenbreite von der Beschaffenheit der Fuhrwerke abhängen und allgemein gültige Mafse nicht angegeben werden können. Die oben entwickelten Formeln oder eine graphische Darstellung, wie die oben für die Einfahrt in die Wendeplatten durchgeführte, geben in jedem einzelnen Fall leicht die gesuchten Abmessungen für Halbmesser und Breite einer Strafse zum Befahren durch ein Fuhrwerk. Sollen sich zwei oder mehr Fuhrwerke begegnen können, so sind für jedes Fuhrwerk zu der Breite 2,0 bis 2,5 m zuzuschlagen.

Ist der innere Halbmesser gröfser als der kleinste zulässige Halbmesser, so kann die Strafsenbreite geringer sein und sobald der innere Halbmesser wenigstens 30 m beträgt, kann Fuhrwerk jeder Gröfse die Strafse benutzen und wird nach den allgemein für Strafsen angenommenen Normalbreiten (wenigstens 5 m) eine Erbreiterung in den Krümmungen nicht mehr nötig sein.[48])

Strafsenwendeplatten sind in jedem besonderen Fall besonders zu bearbeiten, wozu die oben erörterten Beispiele Anleitung geben.

4. Ermäfsigung der Strafsensteigung in den Wendeplatten. Wie schon erwähnt, wird man in den meisten Fällen die Steigung der Strafse in den Wendeplatten ermäfsigen, da durch die schräge Stellung der Achsen zum Wagengestell die Reibung zunimmt und die Zugkraft sich vermindert. Manche Strafsenbaumeister legen die Wendeplatten ganz wagerecht an, andere geben $^1/_2$ bis $1\,^1/_2\,^0/_0$ Steigung oder ermäfsigen die Steigung nur um 1 bis $2\,^0/_0$ gegenüber der des übrigen Teils der Strafse. Letzteres ist vollständig genügend, wenn der Hauptfrachtverkehr bergab geht, findet aber stärkerer Bergverkehr statt, so ist es besser, gröfsere Steigungen als 2 bis $2\,^1/_2\,^0/_0$ nicht zuzulassen.[49])

---

[48]) Die technische Anweisung für die hannoverschen Kunststrafsen stellt als kleinsten Halbmesser für eine 3,5 m breite Steinbahn 36 m fest. Für preufsische Strafsen ist in dem Runderlafs vom 17. Mai 1871 vorgeschrieben, dafs bei einem Halbmesser der Mittellinie $\lesssim$ 75 m auf eine angemessene Verbreiterung der Strafse bezw. der Steinbahn Bedacht genommen werde (s. Deutsches Bauhandbuch III, S. 182).

[49]) Nach der badischen Verordnung soll in Strafsenwendungen in der Regel die Strafse wagerecht liegen, keinesfalls aber mehr als $2\,^0/_0$ Steigung erhalten.

Die Ausbildung einer Wendeplatte ergibt sich nun auf folgende Weise:

Es sei in Abb. 12, Taf. I *m O n* die Nulllinie für die gegebene gröfste Steigung (4 bis 6 %), so darf selbstverständlich eine Verbindung beider Linien nicht durch einen Bogen geschehen, welcher innerhalb *O* liegt, sondern man nimmt gewöhnlich *O* als Mittelpunkt, indem man die Halbmesser R und r_1 nach Anleitung der oben entwickelten Regeln wählt.

Man sucht sodann ein Querprofil *CD* auf, welches so beschaffen ist, dafs es gerade Raum für die beiden in verschiedenen Höhenlagen nebeneinander liegenden Strafsenzweige bietet. In flachem Gelände zeichnet man dieses Profil so, dafs die inneren Böschungen der beiden Strafsenzweige sich decken (s. Abb. 3, Taf. III), in steilem Gelände mufs man zur Anlage von Stützmauern greifen, wie aus Abb. 14, Taf. I ersichtlich ist.

Man ziehe nun von *O* (Abb. 12, Taf. I) einen Kreis mit dem Halbmesser $r_1 + \frac{s}{2}$ und von *C* und *D* aus Tangenten an diesen, runde die Ecken in *C* und *D* mit einem Kreis ab, dessen Halbmesser nicht kleiner als der gewöhnliche kleinste Halbmesser (so dafs hier das Schwicken entbehrlich ist), so ist die Achse der Strafse festgelegt. Man ziehe nun noch nach Anleitung von Abb. 12, Taf. I den inneren und äufseren Halbmesser der Wendeplatte und verbinde die inneren und äufseren Wegeränder durch passende Gegenkurven mit den normalen Wegstrecken bei *C* und *D*. Im oberen Teil der Abb. 12 ist hierbei angenommen, dafs das Stammende auf der Strafse Platz finden soll, der untere Teil dagegen ist als Auffüllung gedacht.

Bei dieser Anordnung ist nun annähernd die Weglänge $n\,CB = n\,O$, ebenso $m\,DA = m\,O$, die gekrümmte Wegstrecke *AB* wird daher wagerecht werden, man wird aber besser ein kleines Gefälle einlegen (2 bis 2 ½ %), wodurch Teile der Strafsenstrecke (*BC* und *DA*), auf welchen die Drehung der Achsen schon beginnen mufs, ebenfalls noch in die geringere Steigung fallen (vergl. Abb. 13, Taf. I) und auch die Erdarbeiten etwas geringer werden.

Fallen die Punkte *C* und *D* sehr nahe an den Punkt *O*, so müssen in *C* und *D* passende Abrundungshalbmesser angenommen werden, und ist die Wendeplatte nach Anleitung der Abb. 17, Taf. I zu behandeln, wo unmittelbar Kurve auf Kurve folgt. Da diese Anordnung weitere Schwierigkeiten mit sich bringt, so rückt man die Linie *CD* gern so weit weg, dafs noch gerade Strecken ansehnlicher Länge zwischen den Gegenkurven bleiben, was in verhältnismäfsig ebenem Gelände meist keinen Anstand hat. Die Form einer Wendeplatte, wie sie im Hochgebirge ausgeführt zu werden pflegt, zeigt Abb. 19, Taf. I (Stilfserjoch-Strafse). Solche Wendeplatten sind nur für gewöhnliches Fuhrwerk benutzbar.

§ 9. Höhenplan (Längenprofil) der Strafsen. Der Einflufs der Steigung der Strafsen auf die Ladefähigkeit der Fahrzeuge einerseits und auf die Linienführung der Strafsen bei verschiedener Geländegestaltung andererseits ist schon früher besprochen worden. Einige praktische Gesichtspunkte mögen in folgendem noch näher hervorgehoben werden: Mit Bezugnahme auf die fortzuschaffende Nutzlast ist eine wagerechte Strafse ganz entschieden im Vorteil, wie aus den Tabellen VII bis X (s. S. 25, 26, 28 u. 34) hervorgeht. Wenn trotzdem wagerechte Strafsen wenig vorkommen, so hängt dies einerseits damit zusammen, dafs die Beschaffenheit des Geländes ihre Anlage selten gestattet, andererseits sind sie aber auch in praktischer Beziehung nicht zu empfehlen. weil wagerechte Strafsen sehr schwer austrocknen. Die Entwässerung einer wagerechten

Strafse ist nur durch seitliche Abführung des Wassers möglich und dies erfordert eine nach den Seiten geneigte Oberfläche der Strafse. Diese Neigung mufs um so gröfser sein, je rauher die Oberfläche der Strafse ist. Man kann nun eine solche wohl herstellen, aber die Instandhaltung regelmäfsig geneigter Seitenflächen ist schwierig, und dies um so mehr, je weniger geneigt die Strafse im Längenprofil ist. Die Fuhrwerke drücken leicht in die Fahrbahn Spuren ein, in denen dann das Wasser stehen bleibt. Die Strafsenoberfläche erweicht hierdurch nach und nach, so dafs die Instandhaltung immer schwieriger wird. Man sollte deshalb bei chaussierten Strafsen unter Längengefälle von $^1/_2$ bis 1% nicht herabgehen, selbst wenn das Gelände die Anlage geringerer Steigungen gestattet. Im Flachland wird man daher lieber den Strafsen abwechselnd Gegengefälle geben, um eine gleichmäfsige Entwässerung zu erzielen, ohne zu grofse Erdarbeiten nötig zu haben. Auch bei Talstrafsen im Hügellande ist ähnlich zu verfahren, weil gröfsere Täler meist weniger als 1% Gefälle haben. Werden die Strafsen gepflastert, so vermindert sich der Nachteil, da bei gut ausgeführtem Pflaster der Wasserablauf nach der Seite sich sicherer vollzieht als bei chaussierter Strafse. Sieht man von den eigentlichen Talstrafsen ab, so wird es sich mehr um die Bestimmung des zulässigen gröfsten Gefälles handeln, was schon bei Talstrafsen dann eintrifft, wenn Hindernisse irgend welcher Art das Verlassen des Tales und Anlehnung an den Hang erfordern. In einem solchen Falle hat man es immer nur mit kurzen Steigungen (sogenannten Stichen) zu tun und es mufs darauf gesehen werden, dafs diese nicht stärker werden, als es der doppelten Zugkraft entspricht (vergl. § 4), also wenn die Steigung des übrigen Teiles der Strafse nicht über $^1/_2$% beträgt, höchstens 3%, bei 1% allgemeiner Steigung höchstens $4^1/_2$% (vergl. Tabellen VII u. X, S. 25 u. 34).

Über die Gröfse der gröfsten Steigungen im Hügel- und Gebirgslande ist das Nähere bereits im § 4 behandelt worden; man wird indessen diese gröfsten Steigungen nicht ohne zwingende Gründe annehmen, da hierbei noch ein wichtiger Punkt in Betracht kommt, nämlich die Stärke des Verkehrs. Von den Gesamtkosten des Frachtverkehrs auf einer Strafsenlinie werden die Ausgaben für Verzinsung des Anlagekapitals der Strafse und teilweise auch für deren Unterhaltung, auf die Einheit der Frachtmenge bezogen, um so kleiner, je gröfser der Verkehr ist. Bei Strafsen mit starkem Verkehr kann man deshalb gröfsere Baukosten aufwenden, um günstigere Steigungen zu erzielen, und können hier wieder ähnliche Rechnungen Platz greifen, wie sie oben im § 7 bezw. im 1. Band des I. Teils vom Handbuch S. 322—329 („Vorarbeiten von Strafsen") durchgeführt sind, wo kürzere steilere Strafsenlinien mit längeren und flacheren verglichen wurden.

Fassen wir das über Steigungen von Strafsen Gesagte zusammen, so können folgende Regeln angegeben werden:

1. Ganz wagerechte Strafsen sind besonders in Einschnitten zu vermeiden. Als kleinstes Gefälle kann $^1/_2$% angenommen werden.
2. Die gröfste Steigung, welche einer Strafse gegeben werden darf, hängt ab von der normalen Steigung des Strafsenzuges, von dem die zu entwerfende Strafse einen Teil bildet, oder was auf dasselbe herauskommt, von der normalen Wagenbelastung. Es dürfen jedoch in einem Strafsenzug ohne Bedenken kurze Steigungen oder Stiche aufgenommen werden, auf denen das Pferd zur Fortschaffung der Normalladung die doppelte Zugkraft aufwenden mufs.
3. Erhält eine Strafse längere Ansteigungen, so mufs auf die Stärke und Richtung des Verkehrs Rücksicht genommen werden, sowie darauf, ob

vorzugsweise leichtes oder schweres Fuhrwerk die Strafse benutzt. Hier sollte die Ermittelung des günstigsten Strafsenzuges wie oben erwähnt, nicht versäumt werden, um weder durch zu starke Steigungen die Ladefähigkeit der Fuhrwerke zu sehr zu beeinträchtigen, noch auch die Ausgaben der Gemeinden für Bau und Unterhaltung langgestreckter flacher Strafsenzüge unnötig zu erhöhen.

§ 10. Querprofile der Strafsen. Die Fahrbahn und ihre Entwässerung.

1. Breite der Strafsen. Die geringste Breite einer Strafse bestimmt sich offenbar dadurch, dafs sie Raum für zwei in verschiedener Richtung sich bewegende Fuhrwerke bieten mufs. Ist eine Strafse nicht mit Seitengräben versehen, so dafs das Ausweichen auf die Seite an beliebiger Stelle stattfinden kann, oder sind Ausweichplätze angebracht, so genügt auch eine Breitenabmessung der Strafse, welche nur für ein Fuhrwerk ausreicht. Ersteres ist in ebenem Gelände bei Feldwegen zulässig, auf welchen nie zwei volle, sondern nur ein voller und ein leerer Wagen sich begegnen, der letztere aber an jeder beliebigen Stelle auf die Seite fahren kann. Bei eigentlichen Verkehrsstrafsen dagegen wird man wenigstens zu der Anlage von Ausweichplätzen in regelmäfsigen Abständen schreiten müssen, da dies aber sehr belästigend für den Verkehr wirkt, so sollten die Strafsen im allgemeinen stets Raum für zwei beladene, sich begegnende Fuhrwerke bieten. Nur an schwierigen Stellen, wo die breitere Anlage ungleich teurer würde, ist eine Verschmälerung zulässig, sofern diese nicht auf grofse Länge sich erstreckt. Hierher gehören Überfahrtsbrücken über Eisenbahnen und Kanäle u. s. w.

Gewöhnlich werden aber an die Strafsen noch andere Anforderungen gestellt. Man verlangt nämlich nicht nur Raum für die Fuhrwerke, sondern Fufswege für Fufsgänger, unter Umständen besondere Reitwege oder Fahrwege für leichtes Fuhrwerk oder für die unsere Landstrafsen unsicher machenden Radfahrer und schliefslich Bankette zum Ablagern des zur Strafsenunterhaltung erforderlichen Steinmaterials. Diese Anforderungen gründen sich darauf, dafs für Fufsgänger, Reiter und leichtes Fuhrwerk zwar eine ebene, aber etwas nachgiebige Bahn vorteilhaft ist, während für das eigentliche Frachtfuhrwerk eine glatte und harte, den schweren Lasten genügenden Widerstand bietende Bahn erforderlich ist. Eine vollkommene Strafse sollte somit aufser einer Steinbahn für das Frachtfuhrwerk einen Fufsweg, und eine nicht chaussierte Fahrbahn für leichtes Fuhrwerk und Reiter, einen sogenannten Sommerweg enthalten und Bankette zum Ablagern des Strafsenunterhaltungsmaterials.

a) Fufswege werden bei gewöhnlichen Strafsen in gleiche Höhe mit der Fahrbahn selbst gelegt, und es genügt in diesem Fall das die Steinbahn begrenzende Erdbankett. Da das auf der Strafsenfläche sich sammelnde Wasser über das Bankett abfliefst, so ist dieses bei nassem Wetter wenig für den Verkehr geeignet: man legt deshalb gern die Fufswege gegen die Fahrbahn erhöht, und es sollten diese dann eine solche Breite erhalten, dafs wenigstens zwei Fufsgänger sich bequem ausweichen können, wozu eine Breite von 1,5 m genügt. Bei Strafsen in der Nähe von Städten mufs dieses Mafs entsprechend vergröfsert werden.

b) Sommerwege für leichtes Fuhrwerk haben mancherlei Vorteile: Bei guter Witterung ist eine nicht chaussierte Erdstrafse angenehmer, als eine Steinbahn, die Bewegung ist elastischer, die Fuhrwerke leiden weniger von den Stöfsen, als auf harter Steinbahn. Leichtere Fuhrwerke, Reiter, Viehherden werden daher mit Vorliebe den

Sommerweg benutzen, namentlich dann, wenn, wie in einigen Ländern üblich ist (Norddeutschland, Rufsland) die Zugtiere vielfach keinen Hufbeschlag erhalten. Es kann auch die eigentliche Steinbahn schmäler werden, sobald daneben ein Sommerweg vorhanden ist. Letzterer eignet sich für Ackerfuhrwerk und Viehherden besser, als die Steinbahn, weil er die Hufe weniger angreift, die Zugtiere gehen auf ihm bergabwärts sicherer. Dagegen mufs als entschiedener Nachteil der Sommerwege die mangelhaftere Entwässerung der Steinbahn namhaft gemacht werden. Da die Sommerwege gar nicht oder nur unvollkommen befestigt sind, so bilden sich auf ihnen entweder Graswuchs oder tiefe Rinnen, bei nicht sorgfältiger Unterhaltung erhöht sich der Sommerweg und der Abflufs des Wassers gegen die Seitengräben ist gehindert. Eine Verminderung der Unterhaltungskosten wird deshalb wohl kaum durch dieselben erreicht werden.

In einzelnen älteren Lehrbüchern sind die Sommerwege als unentbehrlich bezeichnet, dies geht aber offenbar zu weit, denn in Süddeutschland und in der Schweiz sind Sommerwege geradezu unbekannt. Es hängt dies damit zusammen, dafs in diesen mehr oder weniger gebirgigen Ländern die Kosten einer Strafse mit der Breite sehr bedeutend zunehmen. Der Grunderwerb ist teurer und an den oft steilen Hängen werden grofse Einschnitte und Auffüllungen nötig, wenn die Strafsenbreite eine gewisse Grenze überschreitet. Wo das Land flach, Grund und Boden wohlfeil ist, kann man sich aber den Luxus eines Sommerweges wohl gestatten; derselbe bietet auch den Vorteil, dafs an Steinmaterial gespart werden kann, was in Gegenden, wo dieses teuer ist, sehr ins Gewicht fällt. Wo die Breite der Steinbahn einer Strafse nur 3 m beträgt, sind Sommerwege allerdings unentbehrlich.

c) Bankette zum Ablagern des Steinmaterials, das zur Strafsenunterhaltung dient, zu benutzen, ist nicht zu empfehlen, weil hierdurch die nutzbare Strafsenbreite wesentlich eingeengt wird, und weil aufserdem die Wasserableitung von der Steinbahn erschwert ist. Man legt besser das Strafsenunterhaltungsmaterial auf besondere Lagerplätze aufserhalb der Strafse ab, die aber nicht zu entfernt voneinander liegen dürfen, um die Kosten des Einbringens nicht zu sehr zu steigern (s. S. 78).

d) Geringste Strafsenbreite. Als geringste Breite für eine Strafse ist nach Umpfenbach erforderlich:

Pfad für zwei Fufsgänger	0,9 m
Steinbahn für zwei Wagen	3,6 „
Raum für Materialien	0,9 „
zusammen . . .	5,4 m

Gehen wir von der Wagenbreite und der Spurweite der Wagen aus, so ist nötig für das Begegnen eines beladenen Erntewagens von 3,0 m Breite und eines leeren Wagens von 1,8 m Breite, wenn für die Spurweite 1,2 m angenommen wird: $1{,}2 + \frac{3{,}0 + 1{,}8}{2} = 3{,}6$ m, wobei aber dann die Wagen auf dem Rand der Steinbahn sich bewegen. Mit Rücksicht auf genügenden Spielraum zwischen den Wagen wird deshalb eine Breite der Steinbahn von 4,0 als geringstes Mafs zu bezeichnen sein, hierzu noch beiderseits Bankette von 0,6 m, gibt zusammen 5,2 m als geringste Strafsenbreite.

Eine geringere Breite ist dann noch denkbar, wenn beim Begegnen zweier Fuhrwerke die Bankette zum Ausweichen benutzt werden. Es setzt dies voraus, dafs die Fuhrwerke nicht schwer beladen sind, weil die Bankette eine Befestigung nicht erhalten.

Unter Beobachtung obiger Werte ergibt sich dann, wenn als Spielraum zwischen den Wagen und neben den äufseren Rädern 0,3 m angenommen wird:

$$1{,}2 + \frac{3{,}0 + 1{,}8}{2} + 3 \, . \, 0{,}3 + 4{,}5 \, \text{m}.$$

Für Strafsen mit starkem Verkehr verlangt Umpfenbach Raum für 2 Fufsgänger, 2 Reiter, 2 leichte Wagen auf dem Sommerweg und 2 beladene für die Steinbahn und ein Materialienbankett mit zusammen 15,6 m. Dieses Mafs ist offenbar für gewöhnliche Landstrafsen viel zu grofs und genügt wohl in allen Fällen die für das Ausweichen zweier Fuhrwerke und das Aufstellen eines dritten Fuhrwerks erforderliche Breite, welche sich einschliefslich Spielraum und Erdbankett nach obigen Zahlen zu 9 bis 10 m berechnet.

Nur bei Strafsen in Städten oder deren unmittelbarer Umgebung, welche sehr starken Verkehr aufweisen, bei Luxusstrafsen oder Strafsen mit Pferdebahngleisen sind gröfsere Breiten angezeigt (s. hierüber II. Kapitel: Städtische Strafsen).

Ist sonach die Breite einer Strafse im allgemeinen durch die Stärke des Verkehrs bedingt, so darf doch der Umstand nicht aufser acht gelassen werden, dafs, gleichen Verkehr vorausgesetzt, die Unterhaltungskosten einer Strafse zunehmen, wenn die Breite über ein gewisses Mafs abnimmt und zwar ist die Zunahme der Unterhaltungskosten etwa im Verhältnis der Verringerung der Strafsenbreite gröfser. Es hängt diese Erscheinung damit zusammen, dafs bei einer breiten Strafse die Fuhrwerke mehr Gelegenheit haben, auf der Strafse hin- und herzufahren, so dafs alle Stellen der Fahrbahn nahezu gleichmäfsig benutzt und abgenutzt werden. Bei schmalen Strafsen sind aber die Fuhrwerke auf eine bestimmte Stelle angewiesen; es bilden sich leicht Radspuren, die am meisten zur Zerstörung der Fahrbahn beitragen. Am stärksten macht sich dies bei ganz schmalen Wegen bemerklich. Bei 3 bis 2,5 m Breite bleiben die Fuhrwerke notgedrungen in der Mitte und es werden infolge dessen nur die Stellen der Fahrbahn angegriffen, die der Lage der Räder entsprechen, der übrige Teil der Steinbahn bleibt unbenutzt. Ist die Breite aber 3,5 bis 4,0 m, so ändern die Fuhrwerke schon mehr ihre Fahrlinie und die Abnutzung wird gleichmäfsiger. Eine Breite der Fahrbahn von 4,5 m wird von hannoverschen Chausseeaufsehern als die billigste für die Unterhaltung angesehen (vergl. Kaven, S. 196).

2. Vorschriften für die Strafsenbreiten in verschiedenen Ländern.

Nach Sganzin betrug die Breite der französischen Strafsen:

		Fufsweg. m	Steinbahn. m	Ganze Breite m
I. Klasse	*Routes imperiales,* jetzt *routes nationales*	6,66	6,66	20,0
II. „	*Routes departementales*	3,0	6,0	12,0
III. „	*Chemins de grande communication*	2,0	6,0	10,0
IV. „	*Chemins d'interêt commun*	1,5	5,0	8,0

Diese Mafse sind offenbar viel zu grofs, sie scheinen auch nicht zwangsweise durchgeführt zu sein, denn neuere französische Schriftsteller erwähnen sie nicht mehr[50]), sondern machen die Breite einfach von der Gröfse des Verkehrs abhängig.

In Baden werden folgende Strafsenbreiten angenommen[51]):

a) Landstrafsen mit Verkehr von 100 und mehr Zugtieren täglich —: 7,2 m, wovon 4,8 m für die Fahrbahn;

b) Landstrafsen mit Verkehr von 60 bis 100 Zugtieren täglich —: 5,4 bis 6,0 m wovon 4,5 bis 5,4 m für die Fahrbahn;

---

[50]) Vergl. Debauve. Routes. Paris 1875. S. 88.

[51]) Bär. Wasser- und Strafsenbauverwaltung in Baden. 1870.

c) Strafsen mit Verkehr von 30 bis 60 Zugtieren —: 4,8 bis 5,4 m, wovon 4,2 m für die Fahrbahn;

d) Strafsen mit Verkehr von 30 Zugtieren und weniger —: 4,2 bis 4,8 m, wovon 3,6 m für die Fahrbahn.

In Preufsen besteht nach der Anweisung vom 17. Mai 1871 folgende Vorschrift:

„§ 17. Die Breite des Planums richtet sich im allgemeinen nach der Gröfse des Verkehrs und der hierdurch bedingten Breite der Steinbahn, zugleich aber auch nach dem Erfordernis eines Sommerweges. In der Regel ist dem Planum nicht über 12 m und nicht unter 9 m Breite zu geben. Bedingen besondere örtliche Verhältnisse eine geringere Breite, so bedarf es hierfür der vorher einzuholenden ministeriellen Genehmigung."

Für die Abmessungen der einzelnen Strafsenteile ist sodann folgende Vorschrift erlassen:

1. Strafsen ohne Sommerweg.

Breite des Planums	Breite der Steinbahn	Breite des Material-banketts	Breite des Fufswegs
11,5	7,0	2,25	2,25
10,0	5,6	2,2	2,2
9,5	5,0	2,25	2,25
9,0	5,6	2,0	1,4
8,0	5,0	1,8	1,2
7,5	5,0	1,5	1,0
7,5	4,5	1,8	1,2
7,5	4,5	1,5	1,5
7,0	4,5	1,5	1,0

2. Strafsen mit Sommerweg.

Breite des Planums	Breite der Steinbahn	Breite des Sommer-wegs	Breite des Material-banketts	Breite des Fufswegs
11,5	5,0	3,0	2,0	1,5
10,0	4,5	3,0	1,5	1,0
9,5	4,5	2,5	1,5	1,0
9,0	4,5	2,5	1,5	0,5
9,0	4,0	2,5	1,5	1,0

In Württemberg erhalten gegenwärtig die Staatsstrafsen folgende Abmessungen:[52])

	Fahrbahn	Gehweg	Nebenweg
Strafse mit geringem Verkehr . . .	4,3 bis 4,6 m	1,2 bis 1,5 m	0,6 m
„ „ mittlerem Verkehr . . .	5,0 bis 5,5 m	1,2 bis 1,5 m	0,6 m
„ „ grofsem Verkehr	6,0 bis 7,5 m	1,5 bis 3,0 m	1,5 bis 3,0 m

Bei Dammhöhen über $1\frac{1}{2}$ m ist das Bankett um 0,4 m zu erbreitern, wobei überall das Unterhaltungsmaterial auf besonderen Lagerplätzen aufserhalb der Strafse untergebracht ist (vergl. S. 72 u. 78).

Im Kanton Bern gelten folgende Mafse für die kleinsten Breiten verschiedener Strafsen:

1. Klasse Transitstrafsen . 7,2 m   3. Klasse Verbindungsstrafsen . 4,8 m
2. „ Landstrafsen . 5,4 m   4. „ Gemeindestrafsen . . 3,6 m[53])

3. **Zweckmäfsige Strafsenbreiten.** Gegenüber den unnötig grofsen Breitenabmessungen der früheren Strafsen, die nur eine teilweise Befestigung der eigentlichen Fahrbahn zulassen und infolge dessen eine mangelhafte Entwässerung der Strafsenoberfläche zur Folge hatten, ist man in neuerer Zeit bestrebt, die Breite auf ein geringstes Mafs einzuschränken, dagegen die ganze Strafsenoberfläche möglichst vollkommen auszubilden. Die Strafse besteht aus einer Steinbahn, die durch zwei schmale Bankette, oder auf einer oder beiden Seiten durch einen erhöhten Fufsweg eingefafst wird. Bankette zum Ablagern des Strafsenmaterials und Sommerwege fallen weg, mit Ausnahme höchstens solcher Gegenden, wo Grund und Boden sehr wohlfeil und das Material zur Befestigung der Steinbahn sehr teuer ist, wo also der Sommerweg einen Teil der Steinbahn zu ersetzen hat. Unter diesen Voraussetzungen können für die Landstrafsen folgende Breiten als passend empfohlen werden, wobei die Bankette oder Fufswege inbegriffen sind:

a) Hauptstrafsen (Staatsstrafsen, Poststrafsen) . . . . 6,0 bis 10,0 m und zwar:

[52]) Amtsblatt des Königl. Württ. Ministeriums des Innern 1892, S. 39.

[53]) Vergl. Zeitschrift: „Die Eisenbahn" 1878, Bd. 8, S. 119.

α. bei einem täglichen Verkehr von über	300 Zugtieren	10 m
β. „ „ „ „ „	100 bis 300 „	8 m
γ. „ „ „ „ „	50 bis 100 „	6 m
b) Vizinalstrafsen		4,5 bis 5,5 m
c) Feldwege für gröfsere Güterbestände mit beiderseitigen Gräben		3,6 „ 4,5 m
d) Waldwege		3,6 „ 5,2 m
e) Feldwege ohne Gräben		3,0 „ 4,0 m

bei 3,5 m Breite sind Ausweichstellen etwa alle 150 m nötig. Die Breite von 5,2 m dient für starken Verkehr nach beiden Richtungen.

4. Form der Strafsenoberfläche. Die Strafsenoberfläche darf der Breite nach nicht wagerecht angelegt sein, da sonst auf einer im Längenprofil wagerechten Strafse das Wasser stehen bleiben, auf einer geneigten Strafse der Länge nach abfliefsen und die Strafse auswaschen würde. Die Oberfläche mufs deshalb in allen Fällen mit einem Quergefälle versehen sein. Bei Gebirgsstrafsen kann man das Quergefälle durchweg nach einer Seite — der Bergseite — neigen, um das Abgleiten der Wagen gegen den Abhang hin zu vermeiden. Gewöhnlich aber wird das Gefälle von der Mitte aus nach beiden Seiten angelegt, und zur Vermeidung des Abgleitens werden die Bankette beiderseits mit 0,30 bis 0,50 m breiten erhöhten Rasenstreifen oder durch erhöhte Fufswege eingefafst (s. Abb. 1 bis 3, Taf. IV). Man kann das Quergefälle auf zweierlei Weise erreichen, entweder indem man den Querschnitt der Strafsenoberfläche als Kreisbogen bildet, oder indem man ihn durch gerade Linien begrenzt, die von der Mitte nach aufsen geneigt sind.

Im ersten Fall, wenn die Fahrbahn eine Wölbung erhält (s. Abb. 32), entsteht der Nachteil, dafs die Bankette der Strafse stärker gegen die Wagerechte geneigt sind, als im zweiten Fall bei gleichmäfsigem Gefälle von der Strassenmitte nach dem Strafsenrand. Ist α das mittlere Seitengefälle der Strafse (s. Abb. 32), so ist das Seitengefälle am Strafsenrand α_1 genau doppelt so grofs als α (Bogen als Parabel betrachtet). Die aufserhalb der Strafsenmitte verkehrenden Fuhrwerke haben hierdurch ein Bestreben zum Abgleiten, weshalb die Fuhrwerke stets suchen werden, die Mitte der Strafse einzuhalten, so dafs eine ungleichförmige Abnutzung der Strafse entsteht. Man kann deshalb eine Wölbung der Strafsen nach einem Kreisbogen nur da anwenden, wo die Strafsenmitte überhaupt nur wenig überhöht ist, also bei sehr vollkommen befestigten Strafsen. Zwar liefse sich der Nachteil der schrägen Lage des Strafsenrandes dadurch vermindern, dafs man die Fufswege wagerecht anlegt (s. Abb. 32), es würde aber dann bei C ein Wassersack entstehen, der sich mit Strafsenschlamm anfüllen würde. Die Oberfläche der gewöhnlichen Landstrafsen wird deshalb meist nach geraden Linien ab-



Abb. 32. *Kreisbogenquerschnitt.*

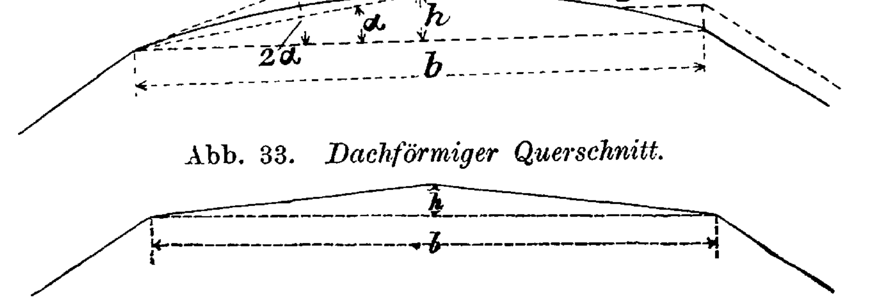
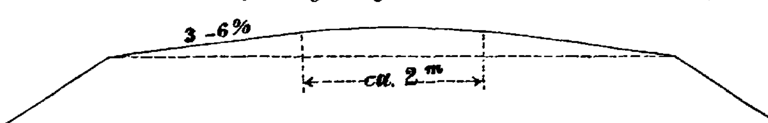


Abb. 33. *Dachförmiger Querschnitt.*

Abb. 34. *Dachförmiger Querschnitt mit Abrundung.*



geschlossen (s. Abb. 33). Die Oberfläche erhält hierdurch der ganzen Breite nach ein gleichmäfsiges und bei gleichbleibender Überhöhung geringeres Gefälle, als im ersten Fall.

Was nun das Mafs der Überhöhung der Strafsenmitte im einen und anderen Fall anbelangt, so hängt dieses ab:

a) Vom Längengefälle der Strafse und
b) von der Beschaffenheit der Strafsenoberfläche.

Je vollkommener die Fahrbahnbefestigung beschaffen ist, um so weniger leicht bilden sich in ihr Radspuren und um so geringer kann das Seitengefälle genommen werden. Ist dagegen das Material der Steinbahn weich, so findet eine ungleiche Abnutzung statt, es bilden sich leicht Vertiefungen in der Strafse, bei mangelhafter Unterhaltung wird die Oberfläche uneben, so dafs der Wasserabflufs durch Vermehrung des Quergefälles ermöglicht werden mufs. Je geringer ferner das Längengefälle der Strafse, um so mehr mufs auf seitliche Entwässerung hingearbeitet und um so gröfser das Seitengefälle angenommen werden.

Früher nahm man als Überhöhung $h = \frac{1}{24}\, b$, nachdem aber in neuerer Zeit die Strafsen viel sorgfältiger unterhalten werden, kann man auf $\frac{1}{36}$ bis $\frac{1}{40}$ herabgehen, für Pflasterstrafsen auf $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{80}$, und für gute Asphaltstrafsen selbst auf $\frac{1}{150}$. Für gewöhnliche Strafsen, welche nach Abb. 33 nach geraden Linien abgeschrägt sind, ergibt sich hiernach als Seitengefälle:

Für Schotterstrafsen . . . . . . 6 bis 4 %
für Pflasterstrafsen . . . . . . 4 bis $2\frac{1}{2}$ %,

wobei die höheren Zahlen für mehr wagerecht liegende, die niederen Zahlen für stark geneigte Strafsenstrecken gelten.

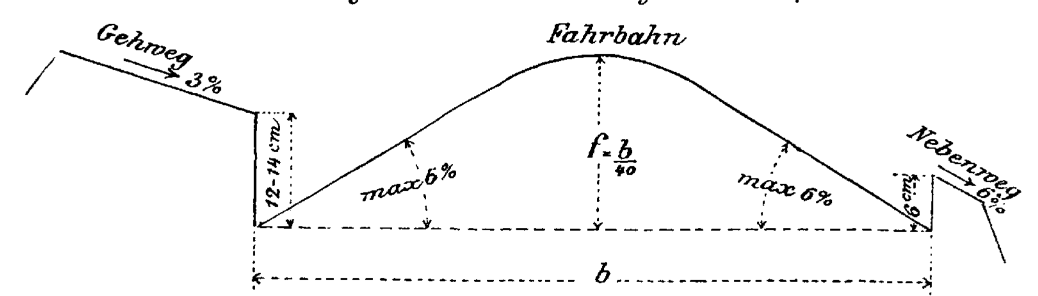
Nach der preufsischen Verordnung sind für die Steinbahn 3 bis 6 % Seitengefälle, für die Bankette 4 % vorgeschrieben (vergl. Abb. 9 u. 10, Taf. IV).

Der in der Mitte der Strafse sich ergebende Grat wird durch Abwalzen etwas abgeplattet, so dafs schliefslich die gewöhnlichen Strafsenprofile durch zwei gerade Linien gebildet sind, die in der Mitte durch einen kurzen flachen Bogen miteinander verbunden werden (s. Abb. 34).

Ist h die Wölbung der Strafse und b die Strafsenbreite, so ist, wenn die Oberfläche nach geraden Linien gebildet ist (Abb. 33), das Seitengefälle in Prozenten $= 200\,\frac{h}{b}$, bei gewölbten Formen gibt dies das mittlere Gefälle an. Aus der folgenden kleinen Tabelle sind die entsprechenden Werte für Wölbung und Gefälle unmittelbar zu entnehmen:

Wölbung $\frac{h}{b}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{133}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{67}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{33}$	$\frac{1}{28}$
Mittleres Gefälle in %	1	1,5	2	3	4	5	6	7

Abb. 35. *Querschnitt württembergischer Strafsen.*

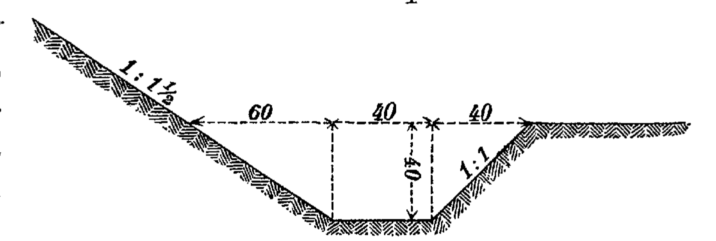


Die württembergischen Staatsstrafsen haben das Profil der Abb. 35 (überhöht gezeichnet); es sind die Nebenwege, auch wenn sie nicht als Gehwege dienen, etwas

erhöht (als Rasenstreifen) ausgebildet, um eine sichere Begrenzung der Fahrbahn zu erreichen, was bei sorgfältiger Unterhaltung und Wasserableitung ohne Anstand geschehen kann.

5. Strafsengräben. Das von der Strafsenoberfläche abfliefsende Wasser mufs vom Strafsenrand möglichst rasch entfernt werden; es dienen hierzu am wirksamsten die Strafsengräben, in denen dann das Wasser der Länge nach den natürlichen Wasserläufen zuströmt. Die Strafsengräben haben aber noch den weiteren Zweck, das Erdplanum, auf dem die Steinbahn aufruht, trocken zu erhalten, weil in ein nasses Planum die Chaussierung der Strafse sich eindrücken würde. Da die Dicke der Chaussierung etwa 0,3 **m** beträgt, so sollte die Tiefe der Gräben nicht geringer sein, besser ist es aber, namentlich in feuchtem Gelände, auf wenigstens 0,4 bis 0,5 **m** zu gehen; die Grabenböschungen können ihrer geringen Tiefe wegen einmalig angelegt werden, die Einschnittböschungen selbst sind gewöhnlich 1 1/2 malig angelegt und so ergibt sich das vorstehende Grabenprofil (s. Abb. 36).

Abb. 36. *Grabenquerschnitt.*



Liegt die Strafse im Auftrag, so ist ein Graben so lange nötig, als die Auftraghöhe unter 0,40 **m** beträgt; bei höheren Aufträgen kann er ganz fehlen. Führen die Gräben aufser dem Tagwasser noch Quellwasser ab, oder nehmen sie von anders woher kommendes Tagwasser auf, so müssen ihre Abmessungen entsprechend vergröfsert werden.[54])

Gräben sollten an keiner gewöhnlichen Landstrafse fehlen, sonst verdient sie den Namen einer Strafse nicht: die Folgen des Mangels derselben machen sich auch nur zu bald fühlbar, die Fahrbahn trocknet nicht gehörig aus, die Strafse zeigt bald tiefe Radspuren, verliert die Wölbung und die Unterhaltungskosten nehmen ganz bedeutend zu.

Eine Ausnahme von dieser Regel finden wir an städtischen Strafsen (s. II. Kapitel), sodann werden häufig bei Gebirgsstrafsen die Gräben durch gepflasterte Kandel ersetzt. Es geschieht dies, um die Breite des Planums zu verringern und Ersparnisse an Erdarbeiten, Futtermauern u. s. w. zu erzielen, was namentlich im Hochgebirge sehr wichtig ist. Die Abb. 19, 21 u. 22 der Taf. IV und Abb. 1, 3, 4 u. 8 der Taf. V zeigen einige Beispiele.

Hierbei geht der Vorteil verloren, dafs der Graben zur Austrocknung der Strafsenplanie mitwirkt, dies ist aber bei dem meist festen Untergrunde der Gebirgsstrafsen nicht von Belang.

Wenn eine Strafse im Gefälle liegt, so erhalten im allgemeinen die Gräben ein Gefälle gleich dem der Strafse, nur in sehr flach geneigten Strafsenstrecken mufs das Gefälle der Gräben verstärkt werden, das nicht wohl unter 1% betragen soll. Man erreicht dies durch Vertiefung der Gräben von der Mitte eines Einschnittes gegen das Ende zu. Gräben mit stärkerem Gefälle, als dem der Strafse, kommen auch da vor, wo das aus einem Einschnitt abfliefsende Wasser längs des anschliefsenden Dammes zum nächsten Wasserlauf abzuführen ist (Strecke *CD* in Abb. 18, Taf. I). Ist das Gefälle sehr stark und ist eine gröfsere Wassermenge abzuführen, so müssen die Gräben

[54]) Nach der preufsischen Verordnung vom Jahre 1871 sollen die Gräben 0,5 bis 1,0 m in der Regel 0,6 m Sohlenbreite erhalten und 0,5 bis 1,0 m Tiefe mit 1 1/2 maliger Böschungsanlage; diese Mafse erscheinen aber für gewöhnliche Fälle zu grofs und haben wenigstens bei 1 m Tiefe den Nachteil, dafs Schutzschranken nötig werden.

eine Befestigung erhalten, weil sonst die Sohle dem Auswaschen ausgesetzt ist. Gräben, in welchen nur bei Regenwetter Wasser fliefst, können eine Befestigung durch Rasenbelag erhalten, nur bei ständig fliefsendem Wasser mufs zur Abpflasterung gegriffen werden. Als Grenze der Gefälle, bei welchen künstliche Befestigung entbehrt werden kann, ist je nach dem Untergrund 4 bis 8 % zu bezeichnen.

Wichtig ist, das in den Gräben sich sammelnde Wasser möglichst rasch von der Strafse wegzuleiten, was durch Anlage von kleinen Querdohlen unter dem Strafsenplanum meist leicht zu bewerkstelligen ist. Bei unbedeutenden Wegen können statt dessen wohl auch gepflasterte Mulden quer über die Fahrbahn angelegt werden, für eigentliche Strafsen empfiehlt sich aber dieses Mittel nicht, wegen der Unbequemlichkeit für das Befahren; grofse Ersparnis bietet es meist auch nicht.

6. Erhöhte Fufswege sind für Fufsgänger wegen vermehrter Sicherheit und trockener Lage sehr angenehm (s. oben S. 74). Ihre Anlage verlangt aber grofse Sorgfalt bezüglich der Strafsenunterhaltung und der Wasserableitung. Die Rinne zwischen Strafsenfahrbahn und erhöhtem Fufsweg ist stets rein zu erhalten und durch Anlage von Röhren, welche in Abständen von nicht mehr als 20 m die Ableitung des auf der Fahrbahn sich ansammelnden Regenwassers ermöglichen müssen, wenn die Fahrbahn nicht infolge mangelhafter Wasserabführung in schlechten Zustand geraten soll. Da wo auch die Bankette etwas erhöht gegen die Fahrbahn angelegt sind (s. Abb. 35), sind sie in Abständen von etwa 10 m zu durchstechen (s. Abb. 8, Taf. IV bei *a*), um dem Regenwasser Abgang zu verschaffen; bei sorgfältiger Strafsenunterhaltung bringen diese erhöhten Bankette der Strafse erfahrungsgemäfs keinen Nachteil.

7. Querprofile ausgeführter Landstrafsen. Die Abb. 1 bis 3, Taf. IV zeigen die bei württembergischen Strafsen in neuerer Zeit angewandten typischen Profile (vergl. die Tabelle S. 74). Nebenwege und Gehwege sind erhöht, bei Auffüllungen mit Baumsatz als Schutzschranken ist das Planum je um 0,3 m erbreitert, die Gräben sind 30 cm breit und tief, die Unterhaltungsmaterialien sind auf besonderen Lagerplätzen untergebracht. Abb. 8 zeigt die allgemeine Anordnung der letzteren, Abb. 4 bis 7 die Einzelheiten in steilem und ebenem Gelände. Die Länge der Plätze richtet sich nach dem jährlichen Bedarf, ihre Entfernung wird in der Regel zu 50 m angenommen. Die Anordnung derartiger Lagerplätze ist sehr empfehlenswert, da das Strafsenplanum stets von jeglichen Hindernissen frei ist, und auch bei Nacht die Sicherheit der Fahrt nicht beeinträchtigt ist (vergl. S. 72).

Vorbilder preufsischer Strafsen mit oder ohne Sommerweg zeigen die Abb. 9 und 10; die Breite ist grofs, auch zeigen die Gräben sehr ansehnliche Abmessungen, die im Hügellande wohl vermindert werden dürften.

Ein Beispiel einer belgischen Strafse (bei Antwerpen) zeigt Abb. 11, die geringe Breite der Steinbahn (Pflaster) erklärt sich durch die hohen Preise des Steinmaterials in dortiger Gegend.

Französische Strafsen (nach Debauve) sind in Abb. 12, 14 u. 15 dargestellt, welche teilweise ganz ungewöhnliche Breitenabmessungen aufweisen, auch die Departementsstrafsen (Abb. 12) sind mit 8 m Breite noch sehr reichlich bemessen. Schweizerische Kantonalstrafsen (nach Bavier) zeigen die Abb. 16 u. 17, ihre Abmessungen sind als zweckentsprechend zu bezeichnen. Abb. 13 zeigt das Querprofil einer Landstrafse mit Trambahnen auf besonderem Planum.[55])

---

[55]) Siehe Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 307.

Eine italienische Strafse (in der Nähe von Mailand) ist durch Abb. 18 dargestellt, die beiderseitigen Gehwege sind entgegen den bei uns gebräuchlichen Anordnungen durch Abweissteine von der Fahrbahn geschieden. Man hat später (1882), um auf der Strafse die mit Lokomotiven betriebene Trambahn legen zu können, die Sicherheitssteine um 1 m nach innen verrückt, so dafs die Trambahn auf abgetrenntem Streifen der Fahrstrafse liegt, während für den Strafsenverkehr noch genügender Raum bleibt.

Eine Auswahl von Gebirgsstrafsen sind aus den Profilen Abb. 19 bis 22, Taf. IV und Abb. 1 bis 4, Taf. V ersichtlich; es mag namentlich auf die schöne Strafse längs des Comer-Sees und auf die Strafse über den Finstermünzpafs aufmerksam gemacht werden. Bei der Strafse über das Stilfser Joch (Abb. 1, Taf. V, österreichische Seite) fällt die an einzelnen Stellen vorhandene geringe Breite und die mangelhafte Abschrankung gegen die Talseite auf, die übrigens an der Gotthardstrafse auch nicht viel besser ist. Strafsen dieser Art sind durch die fast der ganzen Länge nach nötigen Stützmauern und Sicherheitsvorrichtungen sehr teuer, wozu noch an manchen Stellen Tunnelanlagen oder Gallerien zu rechnen sind. (Von den letzteren war schon oben S. 42 u. 45 die Rede.)

Querschnitte von Vizinalstrafsen zeigen Abb. 2, Taf. V, Abb. 13, Taf. III; als ein hübsches Beispiel sind auch die Vizinalstrafsen im Tale der Adda bei Sondrio anzuführen (Abb. 3, Taf. V), ebenso die Strafse von Blaubeuren auf die Alb (Abb. 6, Taf. V), auf welche wir in § 11 zurückkommen. Den Querschnitt eines Feldweges (Parallelweg) für ein ausgedehntes Feldgebiet zeigt Abb. 5, Taf. V.

Schliefslich möge noch bemerkt werden, dafs in neuerer Zeit sich das Bestreben zeigt, auch auf Strafsen untergeordneter Bedeutung erhöhte Fufswege zur Bequemlichkeit der Fufsgänger anzulegen, es fehlt auch nicht an Bestrebungen, für den in neuester Zeit sich immer mehr entwickelnden Radfahrverkehr besondere Strafsenstreifen freizuhalten, sofern die Benutzung der Steinbahn für den Radfahrer nicht bequem ist und die Freigabe der Fufswege an die Radfahrer eine schwere Belästigung für die Fufsgänger zur Folge hätte. Wir werden bei Besprechung der Herstellung der Fufswege, Reitwege u. s. w. (§ 13) auf diese Frage näher eingehen. Bis jetzt sind uns Beispiele über Anlage von Radfahrwegen auf Landstrafsen nicht bekannt geworden, es dürfte dies hier für Strafsen in der Nähe grofser Städte zutreffen, worauf wir im Kap. II näher eingehen werden.

§ 11. Strafsenunterbau und kleine Kunstbauten (Durchlässe).

1. Einschnitte und Dämme werden im allgemeinen behandelt wie der Unterbau der Eisenbahnen, es kann deshalb hier Bezug genommen werden auf den I. Teil des Handbuchs der Ing.-Wissenschaften, 2. Band (4. Auflage), doch wird es passend sein, die Hauptgesichtspunkte kurz zusammenzustellen und auf Unterschiede zwischen dem Verfahren bei Strafsen- und Eisenbahnbauten aufmerksam zu machen.

a) Böschungen der Strafsenkörper. Die Form der Strafsenoberfläche ist im vorhergehenden Paragraphen erläutert, die Neigung der Böschung in Einschnitt und Auffüllung hängt von der Bodenbeschaffenheit ab, es gilt aber auch hier der Grundsatz, dafs für gewöhnliche Bodenarten die Böschungen durch Berasung vor dem Abschwemmen durch das Regenwasser geschützt werden müssen, dafs sie also nur so steil angelegt werden dürfen, als das Fortkommen des Rasens es zuläfst. Am besten eignet sich hierfür eine $1\frac{1}{2}$ malige Anlage und diese ist für Auffüllungen wohl immer angezeigt, bei Einschnitten wird man aber im Interesse der Sparsamkeit oft steilere Neigungen bis zur $1\frac{1}{4}$ maligen Anlage vorziehen, es sei denn, dafs der Einschnitt aus

weichem oder mit Wasser durchzogenem Material besteht. Einschnitte in unfruchtbarem, steinigem Boden sollten in einer Dicke von 0,15 bis 0,20 m mit Humus bekleidet werden, wenn eine dichte Grasnarbe erzielt werden soll. Es kann dann eine Besamung mit Esparsette oder mit einer Mischung verschiedener Grasarten vorgenommen werden, wodurch die Böschungen einen nicht unbedeutenden Ertrag abwerfen. Der Kostenersparnis halber unterläſst man indessen bei Straſsen häufig die Humuseindeckung, namentlich auf den Einschnittböschungen, so daſs an solchen Böschungen nur die rauheren Grasarten fortkommen. Die Anlage von Bermen in den Einschnittböschungen ist als unnötig zu bezeichnen, sie vermehren die Abtragmassen, verhindern das rasche Abflieſsen des Wassers und können zu Rutschungen Veranlassung geben. Die in Abb. 7 bis 11 der Taf. I abgebildeten Querprofile können deshalb je nach der Bodenbeschaffenheit als Normalien für gewöhnliche Verhältnisse empfohlen werden.

In Auffüllungsböschungen empfiehlt sich, wie schon gesagt, eine $1\,^1/_2$ malige Anlage, welche mit dem vorher von dem Untergrund abgehobenen Humus eingedeckt werden kann. Zur Einsaat eignet sich hier Luzerne, welche einen besseren Ertrag als Grasarten liefert. Steile Böschungen sind nur dann ratsam, wenn das Auffüllmaterial steinige Beschaffenheit zeigt und die Böschungen mit den ausgelesenen gröberen Steinen nach Art eines rauhen Pflasters abgedeckt werden, man sollte aber keine steileren Böschungen als $1\,^1/_4$ malig ausführen.

Böschungen über 10 m Höhe, die allerdings bei Straſsen seltener vorkommen, halten selbst bei $1\,^1/_2$ maliger Anlage nicht gut. Man muſs zu $1\,^3/_4$ bis 2maliger Böschung schreiten oder wenigstens die Böschung am Dammfuſs flacher anlegen und die verschieden geneigten Böschungsteile durch eine Übergangskurve verbinden. Durch diese Anordnung wird an Auffüllungsmasse erheblich gespart, weshalb dies der Anlage von Bermen entschieden vorzuziehen ist, die nur zu leicht den Abfluſs des Wassers hindern.

Straſsenböschungen in sehr steilem Gelände. An stark geneigten Hängen werden die Böschungen sehr lang, oder es ist die Anlage von Böschungen überhaupt nicht mehr möglich; diese müssen entweder steiler als das Normalprofil gehalten werden und dann eine Befestigung durch regelmäſsige Pflasterung, Flechtwerk, Steinsätze erhalten, oder es müssen Stützmauern angewendet werden.

Böschungspflaster und Steinsätze eignen sich vorzugsweise zur Befestigung von Auffüllungsböschungen und zwar ist Pflaster noch bei einmaliger, Steinsatz bis zu $^1/_2$ maliger Anlage verwendbar (Beispiele s. Abb. 2 u. 4, Taf. V). Flechtwerke sind mehr für Einschnittböschungen zu empfehlen, bei mehr als einmaliger Anlage greift man aber besser zu Futtermauern. Stützmauern stellt man beim Straſsenbau meist aus Trockenmauerwerk her, die Vorderfläche erhält einen Anlauf von $^1/_{10}$ bis $^1/_5$, die Lagerfugen sind senkrecht zum Anlauf zu richten. Im Einschnitt wird die Mauer an den Grabenrand gesetzt. Die Abb. 19, 21. u. 22, Taf. IV, sowie Abb. 1 bis 4, Taf. V enthalten Beispiele solcher Anlagen.

b) Felseinschnitte. Ist der Fels wetterbeständig, so können die Böschungen steiler gehalten werden, als bei gewöhnlichen Bodenarten, es kommt hierbei auf eine regelmäſsige Form derselben nicht an. An Stellen, wo der Fels weich und klüftig ist, werden die einen schlechten Halt bietenden Felsen entfernt, feste Felspartien bleiben stehen, so nahe es das Profil der Straſse erlaubt. In massigem Felsen können die Böschungen ganz senkrecht gehalten werden, es kommt sogar im Hochgebirge nicht selten vor, daſs, um an Einschnittmasse zu sparen, die Felsen oben überhängen (s. Abb. 10, Taf. V). Verwitterbare Felsen müssen entweder flacher gehalten werden oder eine Ver-

kleidung durch Futtermauern erhalten. Diese werden aus Trockengemäuer hergestellt und können sehr schwach sein (0,3 bis 0,5 m), da sie einen Druck nicht auszuhalten haben.

Felsige Hänge bieten insofern oft grofse Schwierigkeiten für den Strafsenbau, als das Planum häufig auf der äufseren Seite auf hohe Stützmauern gesetzt werden mufs, um ein zu tiefes Einschneiden in den Abhang zu vermeiden (vergl. Abb. 8 u. 9, Taf. V). Eine Ersparnis im Aushub von Felsen erreicht man häufig dadurch, dafs man auf der Bergseite die Gräben wegläfst und durch flache gepflasterte Kandel ersetzt (vergl. Abb. 19, 21, 22, Taf. IV und Abb. 3 u. 4, Taf. V).

Die bei Gebirgsstrafsen häufig vorkommenden Stützmauern auf der Talseite sind in neuerer Zeit vielfach durch Bogenstellungen ersetzt worden, deren Gewölbe vom Strafsenrand auf der Talseite bis zum festen Fels hineinreichen, während der bergseitig liegende Teil der Strafse auf dem gewachsenen Boden liegt. Ein hübsches Beispiel zeigt die von Blaubeuren auf die Hochebene der schwäbischen Alb führende Strafse, gebaut 1894 (s. Abb. 6 u. 7, Taf. V). Es bestehen Pfeiler, Gewölbe und Brüstungen aus Beton (der Portlandzement stammt aus den Blaubeurer Zementfabriken), auch die Sicherheitssteine der Strafse sind aus Beton hergestellt. Die Stirn der Gewölbe bilden Betonquader von rötlicher Farbe. Derartige Ausführungen erscheinen namentlich da angezeigt, wo es, wie auf der schwäbischen Alb, an wetterbeständigen Bausteinen fehlt.

Wo Strafsen längs Wasserläufen sich hinziehen, ist ein Schutz der Böschungen durch Pflaster oder Stützmauern notwendig. Es darf bei diesen Befestigungsanlagen der Böschungen namentlich an guten Grundbauten, sowie Steinwürfen nicht fehlen. Näheres über derartige Anordnungen gehört in den Wasserbau. Die Abb. 20, Taf. IV und Abb. 8, Taf. V zeigen einige hierher gehörige Ausführungen.

2. Strafsenanlagen in Moorgegenden. Wo eine Strafse ein Moor schneidet, liegt meist die Strafse im Auftrag, es darf aber die Auftraghöhe nicht zu grofs sein, um das Moor nicht zu sehr zu belasten. Da die Strafsendämme viel kleinere Lasten zu tragen haben, als die Eisenbahndämme, so kann zum Dammbau selbst Moorboden verwendet werden, wodurch eine geringere Belastung des Moores erzielt wird.

Die Mittel, welche zur Befestigung solcher Dämme angewendet werden, sind sehr verschieden und es hängt alles von der Beschaffenheit des Moores und dessen Tiefe ab.

Abb. 37. *Erbreiterung des Strafsendammes auf Mooruntergrund.*



Das beste Auskunftsmittel bleibt immer eine Entwässerung des Untergrundes. Wo diese sich aber nicht ausführen läfst, kann eine Erbreiterung der Dämme durch sehr flache Böschungen oder durch Bankette gute Dienste leisten, welche verhindern, dafs das zur Seite des Strafsendammes befindliche Moor in die Höhe getrieben wird (s. Abb. 37). Ein Einbrechen des Dammes in den weichen Moorboden hat man auch schon dadurch verhindert, dafs er eine die ganze Dammbreite einnehmende Faschinenlage oder mehrere Lagen im Verband gelegter Rasenstücke als Unterlage erhielt. Auf diese Weise wird der Damm gewissermafsen schwimmend auf dem Moor hergestellt. Er behält hierdurch allerdings eine gewisse Elastizität bei, die aber bei den kleinen Belastungen der Strafsen nicht schadet.

Ist das Moor sehr weich, so reichen diese Mittel nicht mehr aus, man bewirkt dann am einfachsten eine Verdichtung der weichen Schlamm- und Torfmassen, indem

man am Rande des Dammes Gräben parallel zur Strafsenachse aushebt, welche bis auf den festen Grund hinabreichen. Diese Gräben werden mit gutem Material ausgefüllt und die Dammschüttung aufgebracht. Die Grabenausfüllungen verhindern ein seitliches Ausweichen des weichen Untergrundes und infolge dessen findet eine gleichmäfsige Setzung statt.[56])

Bei sehr tiefen Mooren können die Gräben nicht bis zum festen Untergrund niedergetrieben werden, sie haben aber auch dann noch die Wirkung, dafs ein seitliches Ausweichen des Moores durch die Grabenausfüllung verhindert wird. Man begnügt sich eben bei Strafsen häufig damit, die Dammfüllung mit gutem Füllmaterial so lange fortzusetzen, bis der Damm zur Ruhe gekommen ist, wobei er das Profil der Abb. 38 annimmt.[57])

Abb. 38. *Strafsendamm auf tiefem Moor.*

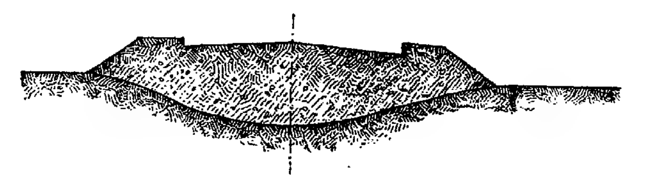
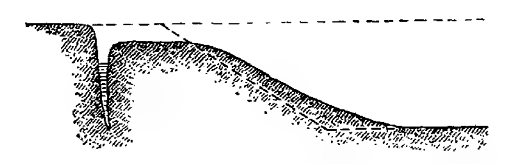


Abb. 39. *Mooreinschnitt.*





Sind Strafsen im Moorboden im Einschnitt zu führen, was bei Hochmooren vorkommt, so ist eine Entwässerung unerläfslich; diese läfst sich häufig ausführen, insofern der Untergrund des Moores über dem Wasserspiegel des benachbarten Flusses liegt. Die Entwässerungsarbeiten stofsen aber auf mancherlei Schwierigkeiten, da rasch ausgehobene Längsgräben zu gefährlichen Absetzungen der Böschungen Veranlassung geben, wie es sich bei der Ausführung der Binnenkanäle bei der Rheinkorrektion oberhalb des Bodensees 1898 mehrfach gezeigt hat (s. Abb. 39); man mufs hier mit der Entwässerung langsam vorschreiten.[58])

3. Vorbereitung des Untergrundes und Entwässerungsanlagen für Strafsendämme. Das Anschütten der Dämme auf festem trockenem Untergrunde bedarf keiner anderen Vorbereitungen, als die Entfernung der unter den Damm fallenden Wurzelstöcke und das Rauhmachen des Bodens bei stark abschüssigem Gelände. — Bei nassem Untergrunde müssen Entwässerungen der Anschüttung des Dammes vorangehen, um einem Ansaugen des Wassers durch die Dammschüttung vorzubeugen und dadurch Rutschungen zu vermeiden. Diese Vorsichtsmafsregeln sind namentlich in tonigem, nicht wasserdurchlassendem Boden unumgänglich nötig. Die Entwässerungen werden am einfachsten durch Sickerdohlen bewerkstelligt, welche die Wasseradern fassen und auf kürzestem Wege senkrecht zur Strafsenachse abzuführen haben.

Auch Gräben oberhalb des Dammes können zweckmäfsig sein, vorausgesetzt, dafs das Gelände nicht zum Rutschen neigt.

Am notwendigsten ist eine Entwässerung, wenn das Wasser auf geneigten Lettenschichten zufliefst und ein Abrutschen des Dammes mit dem Untergrund zu befürchten ist. Bezüglich der Ausführungsweise dieser Anlagen wird auf den I. Teil des Handbuchs der Ingenieur-Wissenschaften, 4. Aufl., 2. Bd., Kap. II verwiesen, da für Strafsenbauten hierbei ganz dieselben Grundsätze gelten, wie für Eisenbahnen.

---

[56]) Auf der Bahn Aalen-Heidenheim wurde in dieser Art vom Verfasser ein Bahndamm über ein allerdings nur etwa 1 m tiefes Moor weggeführt, Setzungen kamen nach Vollendung des Dammes nicht vor. An der Stelle, wo das Moor eine Tiefe von 2 m erreichte, wurde es bis zum festen Untergrund ausgehoben und steiniges Material, das in der Nähe zur Verfügung war, eingefüllt, — ein teueres Auskunftsmittel, das bei Strafsenbauten wohl wird vermieden werden können.

[57]) Weitere Arten der Behandlung solcher Dämme s. Handbuch der Ing.-Wissenschaften I. Teil (4. Aufl.), 2. Bd., Kap. I u. II, auch v. Kaven, Strafsenbau, S. 217.

[58]) Vergl. Schacht, Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1885, S. 590; 1890, S. 750 und 1891, S. 749; ferner v. Willmann, Fortschritte der Ing.-Wissenschaften II. 4., Strafsenbau, S. 21.

4. Entwässerungen in den Einschnitten. Die oberflächliche Entwässerung des Strafsenplanums geschieht durch die gewölbte Form der Oberfläche, wie in § 10 beschrieben; sie wird wesentlich dadurch begünstigt, dafs bei den Strafsen die Steinbahn, wenn solche durch Abwalzen oder längeren Verkehr gedichtet ist, für das Wasser fast vollständig undurchdringlich ist, im Gegensatz zur Bettung der Eisenbahnen, von der man stets genügende Durchlässigkeit verlangt, damit das Regenwasser sich nicht ansammeln kann. Diese feste undurchlässige Fahrbahn bildet sich aber nur da vollkommen aus, wo die Planie, auf der die Steinbahn aufliegt, trocken ist, auf nasser Grundlage behält die Steinbahn eine gewisse Beweglichkeit, die einzelnen Teile verschieben sich gegeneinander und das von oben eindringende Tagwasser löst den Zusammenhang vollends auf. Bei Strafsen mufs deshalb, ebenso wie bei Eisenbahnen, auf gründliche Entwässerung nassen Untergrundes hingearbeitet werden, die man bei schwächerem Wasserandrang durch tiefere Seitengräben, bei stärkerem Wasserzuflufs durch Drainierung mittels Sickerdohlen oder Drainröhren erreicht.

In lettigem Untergrund lassen sich Entwässerungen oft nur schwer erreichen, und mag hier einer Anordnung Erwähnung geschehen, die bei Strafsen von geringerer Wichtigkeit schon mehrfach mit Vorteil angewendet worden ist, nämlich die sogenannten Knüppelwege. Die Beschreibung dieser Knüppelwege s. § 12 unter IV (S. 104).

Auch die Böschungen sind durch Entwässerungen zu sichern, wenn wasserführende Schichten in den Einschnitten vorkommen. Die Verhältnisse sind aber meist einfachere, als beim Eisenbahnbau, weil man tiefe Einschnitte und Rutschgebiete beim Strafsenbau leichter umgehen kann. In rutschendem Gelände wird man suchen, die Strafse in die Auffüllung zu verlegen, um die Hänge nicht anschneiden zu müssen, Entwässerungsanlagen können aber auch hier nicht umgangen werden. Bezüglich der Ausführungsweise solcher Anlagen verweisen wir wieder auf die oben genannten Kapitel des Handbuchs.

5. Ausführung der Erdarbeiten. Die Anschüttung der Strafsendämme hat mit grofser Sorgfalt zu geschehen, weil Dammsetzungen Bewegungen in der Steinbahn hervorbringen, wodurch die Festigkeit leidet und der so notwendige Zusammenhang verloren geht, ganz abgesehen von den Kosten und der Mühe, die eine nachträgliche Wiederherstellung des richtigen Längen- und Querprofils der Fahrbahn erfordert. Bei Strafsen hat man es meist mit kleinen Erdmassen zu tun, es kommen daher die einfachsten Beförderungsgeräte, wie Schubkarren, Handkarren und Pferdekarren vorzugsweise in Anwendung. Man kann bekanntlich bei dieser Beförderungsweise eine Auffüllung in wagerechten Schichten, wie sie für die Standfähigkeit der Dämme am zuträglichsten ist, leicht erreichen, auch kann man die Erdschüttungen so einrichten, dafs durch die Bewegung der Karren auf der neuen Auffüllung eine Verdichtung der Schichten eintritt, durch welche die nachherigen Setzungen auf ein geringes Mafs gebracht werden. Ein Stampfen der Schichten mufs im allgemeinen als unnötig bezeichnet werden, die Ausführung ist teuer und die Arbeiter sind schwer zu beaufsichtigen, man wartet daher besser so lange mit dem Aufbringen der Steinbahn, bis die erwünschte Setzung eingetreten ist. In neuerer Zeit bürgern sich übrigens immer mehr die Gleisbahnen (Materialtransportbahnen mit Menschen- oder Pferdebetrieb) ein. Da bei ihrer Anwendung die Dämme sich weniger fest schütten und langsam und ungleich sich setzen, so wird häufig an ihre Verwendung die Bedingung geknüpft, dafs vor Aufbringen der Steinbahn die Auffüllung abgewalzt werden mufs.

Wichtig ist es, auf eine gleichmäfsige Setzung der Dämme hinzuarbeiten, was dadurch erreicht wird, dafs man die Schichten stets in der ganzen Breite des Dammes schüttet; man vermeidet hierdurch Setzungen nach der Seite zu, die immer am nachteiligsten für den Bestand der Dämme sind. Die Höhe der einzelnen Schichten kann zwischen 0,5 und 1,0 m gewählt werden; es kommt viel weniger darauf an, dafs die Schichten sehr dünn genommen werden, als auf die oben erwähnte gleichzeitige Herstellung auf die ganze Dammbreite.

Sehr zu empfehlen ist sodann, wie oben erwähnt, das Abwalzen des Planums vor Einbringung der Schotterbahn. Die untersten Schichten des Dammes setzen sich schon bald durch das Gewicht der fortschreitenden Auffüllung, die obersten Schichten dagegen sind ziemlich locker, so dafs deren Dichtung durch Abwalzen angezeigt ist. Auf grofse Tiefe wirkt allerdings das Gewicht der Walze nur noch wenig ein. Dieses Abwalzen ist namentlich zu empfehlen für gepflasterte Strafsen, weil hier teilweise Setzungen am schädlichsten sind.

6. Strafsendurchlässe und Brücken. Die unter den Strafsen zur Ableitung des Wassers anzulegenden Kunstbauten kann man in solche einteilen, welche die Strafse über natürliche Wasserläufe wegführen, und in solche, die nur das Tagwasser abzuleiten haben. Erstere, die Strafsenbrücken, werden als gröfsere Bauten im Brückenbau besprochen (Teil II des Handbuches), im § 14 dieses Kapitels wird sodann das nötige über die Anordnung der Fahrbahn gröfserer Brücken behandelt werden, so dafs wir uns hier auf die Anordnung der Bauten für die Ableitung des Tagwassers beschränken können.

a) Durchlässe. Die Lichtweite der Durchlässe bestimmt sich im allgemeinen nach der gröfsten Wassermenge, welche sie abzuführen haben, und nach dem vorhandenen Gefälle. Sind beide bekannt, so bestimmt man das Durchflufsprofil derart, dafs bei geradlinig begrenztem Profil etwa die Hälfte der Öffnung vollfliefst, bei Gewölbbauten so, dafs der Wasserstand bis zum Kämpfer reicht. Die Wassermenge, welche solche kleineren Kunstbauten abzuführen haben, ist meist nicht genau bekannt, da Beobachtungen über die höchsten Wasserstände nur selten vorliegen. Man kann sie annähernd bestimmen aus dem Niederschlagsgebiet und der gröfsten beobachteten Regenhöhe für die Sekunde, indem man je nach der Beschaffenheit des Geländes annimmt, dafs $^1/_3$ bis $^1/_2$ des Niederschlages zum Abflufs gelangt. Dies gilt jedoch nur für kleinere Wassergebiete, bei grofsen Gebieten sind die Wassermengen geringer, weil lange Zeit vergeht, bis die im hinteren Teil des Gebietes niederfallende Wassermenge den Durchlafs erreicht, und heftige Regengüsse gewöhnlich nicht lange anhalten. Hiernach können etwa folgende Wassermengen für die Sekunde und für das Quadratkilometer des Gebietes in Rechnung genommen werden.

Gebiete von 1 bis 5 qkm Ausdehnung:

Flachland	0,5	cbm für die Sekunde und das qkm
Hügelland	1,5	„ „ „ „ „ „ „
Gebirge	2,0	„ „ „ „ „ „ „

Gebiete von 5 bis 10 qkm Ausdehnung:

Flachland	0,3	cbm für die Sekunde und das qkm
Hügelland	1,0	„ „ „ „ „ „ „
Gebirge	1,5	„ „ „ „ „ „ „ [59])

[59]) Vergl. hierüber Deutsches Bauhandbuch II, S. 60; ferner Rziha, Eisenbahnunterbau, Bestimmung der Durchflufsweiten. — v. Kaven, Strafsenbau. S. 420 u. ff.

Grofse Genauigkeit beanspruchen diese Zahlen keineswegs, es hängt sehr viel von der Form des Gebietes ab, ob es lang gestreckt oder kesselförmig, ob es bewaldet oder kahl ist, die Zahlen sind absichtlich höher gegriffen, als dies gewöhnlich geschieht, um Sicherheit zu haben, dafs bei aufsergewöhnlichen Fällen die Bauwerke das Wasser vollständig abführen können. Dafs aber Wassermengen von 1,5 **cbm** in steilen Schluchten wirklich abfliefsen, haben Beobachtungen beim Eisenbahnbau in Württemberg mehrfach bestätigt.[60])

Die sorgfältigsten Untersuchungen über die Bestimmung der Hochwassermengen aus dem Niederschlagsgebiet hat Lauterburg[61]) angestellt und Formeln von der Form $M = \alpha \,.\, \gamma q \,.\, F$ hierfür aufgestellt, wo q die beobachtete Regenmenge, F das Gebiet und α und γ Koeffizienten bezeichnen, von denen der erste von der Beschaffenheit des Gebietes, der zweite von dessen Gröfse abhängig ist. Da wir es in obigem mit kleinen Gebieten zu tun haben, so kann $\gamma = 1$ gesetzt werden und ist der nachstehenden von Lauterburg aufgestellten Tabelle XII der Wert von α zu entnehmen, der je nach der Kulturart, der Durchlässigkeit des Bodens und der Geländeneigung zwischen 0,25 und 0,75 schwankt.

Tabelle XII. **Abflufskoeffizienten für verschiedene Bodenbeschaffenheit.**

Kultur	sehr undurchlassend			mittel durchlassend			sehr durchlassend		
	sehr steil	mittel steil	flach	sehr steil	mittel steil	flach	sehr steil	mittel steil	flach
a) Alpenregion:									
1. Kulturland und leichtes Gehölz	0,75	0,65	—	0,65	0,55	—	0,55	0,45	—
2. Weideland	0,85	0,75	—	0,75	0,65	—	0,65	0,55	—
3. Kahles Felsgebiet	0,9	0,8	—	0,8	0,7	—	0,7	0,6	—
b) Hügelland und Niederung:									
1. Waldungen	—	0,55	0,45	—	0,45	0,35	—	0,35	0,25
2. Aufgebrochenes Kulturland	—	0,65	0,55	—	0,55	0,45	—	0,45	0,35
3. Wiese und Weideland	—	0,75	0,65	—	0,65	0,55	—	0,55	0,45
4. Kahles Felsgebiet	—	0,8	0,7	—	0,7	0,6	—	0,6	0,5

Wenn für ein bestimmtes Gebiet die gröfste sekundliche Regenhöhe bekannt ist, so kann mit Hilfe der Tabelle leicht die sekundliche Abflufsmenge berechnet werden; man wird auf diese Weise genauere Zahlen erhalten, als bei Anwendung der oben gegebenen schätzungsweisen Abflufszahlen.

Die Gröfse des Niederschlaggebietes läfst sich leicht aus einer Höhenschichtenkarte oder auch aus einer gewöhnlichen topographischen Karte entnehmen, indem man die Wasserscheiden in die Karte einzeichnet und die von diesen eingeschlossene Fläche mit dem Planimeter bestimmt.

Ist J das relative Gefälle des Wasserlaufes unter der Strafse, M die Wassermenge, F der Flächeninhalt, u der benetzte Umfang und $R = \frac{F}{u}$ der mittlere Halb-

[60]) Bei der grofsen Überschwemmung im Tale der Eyach bei Balingen in Württemberg im Jahre 1895 hat man aus den Wasserstandsbeobachtungen eine Abflufsmenge von 164 cbm bei einem Niederschlagsgebiet von 19 qkm, somit von 8,6 cbm f. d. qkm beobachtet, weiter unten bei einem Gebiet von 90 qkm — 360 cbm, somit noch 3,3 cbm f. d. qkm. Wenn auch die Beobachtungen unsicher sind, so zeigen diese Erhebungen doch, dafs man die abzuführenden Wassermengen nicht zu gering bemessen darf.

[61]) Lauterburg, Abflufsmengen. Allg. Bauz. 1887, S. 91, auch aufgenommen in den Baukalender von Rheinhard.

messer des Wasserprofils, so ist nach der Eytelwein'schen Formel:

$$v = k\sqrt{RJ}$$

und die gesuchte Wassermenge $M = v \, . \, F$.

Nach Ganguillet und Kutter[62]) ist bekanntlich k abhängig von R und von dem Rauhigkeitsgrad des benetzten Querprofils. Da bei Durchlässen Sohlen und Wände immer aus Mauerwerk bestehen, so haben wir es mit Klasse VI zu tun, ferner wird für solche kleinere Brücken, wie wir sie hier im Auge haben, R etwa zwischen 0,1 und 0,5 sich bewegen, so dafs k zwischen 40 und 60 liegt.

Nehmen wir als mittleren Wert $k = 50$, nennen b die Breite der Durchlässe, t die Wassertiefe, so ist

$$v = 50\sqrt{\frac{b\,t}{b + 2t} \, . \, J},$$

$$M = v \, . \, b\,t.$$

Als passendes Verhältnis zwischen b und t kann man annehmen $t = \frac{b}{2}$ und erhält sodann

$$v = 50\sqrt{\frac{b}{4}J} = 25\sqrt{bJ},$$

$$M = \frac{v\,b^2}{2},$$

und hieraus durch Elimination von v:

$$b = \sqrt[5]{\frac{4\,M^2}{625 \, . \, J}} = 0{,}36\sqrt[5]{\frac{M^2}{J}} \quad \ldots \ldots \quad 23.$$

womit die Abmessungen des Durchlasses gegeben sind.

Ist beispielsweise das Gebiet $= 0{,}5$ **qkm** und nimmt man 1,0 **cbm** f. d. Sekunde und das Quadratkilometer an, so ergibt sich eine Wassermenge $M = 0{,}5$ **cbm**, und ist bei einem Gefälle von 1%:

$$b = \sqrt[5]{\frac{4 \, . \, 0{,}5^2}{625 \, . \, 0{,}01}} = 0{,}69 \text{ m}$$

und wenn die Dohle nur auf die halbe Höhe gefüllt sein soll, so ist letztere ebenfalls $= 0{,}69$ **m** zu nehmen, da wir oben $t = {}^1\!/\!_2\, b$ angenommen haben.[63])

Bei kleineren Gebieten, wie sie für die meisten Durchlässe vorkommen, werden die berechneten Abmessungen oft so gering, dafs man aus konstruktiven Gründen davon abgehen mufs. Die lichte Weite der Durchlässe mufs nämlich immer so bemessen werden, dafs eine Reinigung möglich ist; sind die Durchlässe nicht lang (nicht über 10 **m**), so genügt eine Weite von 0,30 **m**; solche Bauten aber, die unter hohen Auffüllungen liegen, sollten wenigstens das Durchkriechen gestatten, wozu Abmessungen nicht unter 0,6 **m** Breite, 0,8 **m** Höhe erforderlich sind. Auch der Umstand ist in Betracht zu ziehen, dafs zur Ausführung von Ausbesserungen, wenn diese ohne Aufbrechen der Strafsenfahrbahn bewerkstelligt werden sollen, Abmessungen von nicht weniger als 1,0 **m** Breite auf 1,2 **m** Höhe nötig sind. Bei Strafsen hat nun das Aufbrechen der Fahrbahn viel weniger Schwierigkeiten und belästigt den Verkehr weniger, als bei einer Bahn; man wird also nur bei Dämmen, die höher als etwa 5 **m** sind, auf diesen Punkt Rücksicht zu nehmen haben.

---

[62]) Man vergl. die angenäherte Kutter'sche Formel nebst zugehöriger Tabelle, welche in Rheinhards Ingenieur-Kalender und a. a. O. sich findet.

[63]) Setzt man die so erhaltenen Werte in die Kutter'sche Formel ein, so kann man leicht untersuchen, ob k richtig geschätzt war und das Profil die erforderliche Wassermenge wirklich liefert. In der Regel wird diese Probe unterbleiben können, da bei der grofsen Unsicherheit der Bestimmung von M die Ungenauigkeit der Rechnung nicht in Betracht kommt.

Die Entfernung der Entwässerungsdohlen voneinander sollte nicht zu klein gewählt werden. In steilem Gelände hat sonst das oberhalb der Strafse längs dieser abfliefsende Wasser zu leicht Gelegenheit, in den Strafsenkörper einzudringen und diesen und die Böschungen zu beschädigen. Nach dem Grundsatz, fremdes Wasser so rasch als möglich von der Strafse abzuleiten, sollten deshalb in steilem Gelände die Querdohlen nicht mehr als 30 bis 50 m, in ebenem nicht mehr als 100 m (in der Strafsenachse gemessen) voneinander entfernt sein.

Die Ausführungsweise der Strafsendurchlässe hängt von ihrer Weite und von dem zur Verfügung stehenden Baumaterial ab. Wo Werksteine vorhanden sind, herrschen die geraden Formen vor, bei Backsteinen, Beton u. s. w. mehr die runden, röhrenförmigen oder gewölbten. Es ist auf möglichste Einfachheit der Anordnung Rücksicht zu nehmen, Schnittsteine sind auf das geringste Mafs zu beschränken.

b) Röhrendurchlässe bilden die einfachste Form für kleine Bauten; als Material kann Holz, Gufseisen, Zement, Backsteine angewendet werden. Das Holz ist höchstens für Feldwege brauchbar, seiner geringen Haltbarkeit wegen aber von der Verwendung für eigentliche Strafsen auszuschliefsen. Besser ist Gufseisen: man legt die Röhren unmittelbar auf den festen Untergrund, wenn solcher nicht vorhanden, auf eine Betonlage oder ein Rostwerk; die Röhren sind in diesem Fall an den Stirnen mit kleinen Mauern abzuschliefsen, um das Unterwaschen zu verhindern. Bei festem Grunde genügt am Einlauf Pflasterung, am Auslauf die Verlängerung der Röhre über den Dammfufs hinaus. Man kann Gufsröhren in Weiten von 0,30 bis 1,0 m anwenden, die Röhren mit gröfserer Lichtweite werden aber selbst bei den gegenwärtigen wohlfeilen Eisenpreisen höher zu stehen kommen, als ein Durchlafs von gleichem lichten Querschnitt aus Werkstein. Die Abb. 14 bis 16, Taf. V zeigen ein Beispiel einer solchen Anlage.

Einen passenden Ersatz für die teuren Eisenröhren bieten Zementröhren, die allerorts angefertigt werden und immer mehr in Verwendung kommen. Sie haben genügende Festigkeit, um den Druck der Dämme und der Fahrzeuge auszuhalten, widerstehen auch den Einflüssen der Witterung so gut, wie gewöhnliche Werksteine. Ihr einziger Mangel ist nur der, dafs sie bei ungleicher Setzung leicht brechen, namentlich an den Stöfsen, welche durch die Nutenverbindung ohnedies geschwächt sind (s. Abb. 20 bis 23 und 29 bis 31, Taf. V). Man hat deshalb für sorgfältige Unterstützung der Röhren zu sorgen, bei weichem Untergrund sind sie auf ein Steingeschläg oder eine Sandlage, unter Umständen auf ein Betonfundament aufzulegen, ferner dürfen die Stöfse nicht durch umgelegte Wulsten von Zement verstärkt, sondern nur mit Letten gedichtet werden, um ihnen eine gewisse Beweglichkeit zu erhalten. Da übrigens Wasserdichtigkeit der Durchlässe nicht absolut nötig ist, so haben geringe Beschädigungen oder sogar der Durchbruch einer Röhre wenig zu sagen.

Die Abmessungen und Preise der in neuerer Zeit verwendeten Zementröhren sind aus folgender Zusammenstellung ersichtlich (Preisverzeichnis 1906 v. Kimmel & Fischer, Stuttgart, Steinfabrik Ulm):

Lichtweite cm	Wandstärke mm	Gewicht pro m	Preis pro lfd. m in M.
10	22	19 kg	0,95
20	30	58 „	1,85
30	42	115 „	3,20
40	55	180 „	4,90
50	66	285 „	6,70
60	75	370 „	8,20

Es werden in neuerer Zeit Röhren mit Abschrägung nach der Böschung für die Dohlenstirnen zum gleichen Preise für das laufende Meter geliefert. Länge der Röhren 1,0 bis 1,25 m.

Für gröfsere Lichtweiten sind schon Röhren in Eiform angewendet worden, wie bei städtischen Entwässerungskanälen, welche aus einzelnen Zementteilen bestehen, die man in der Baugrube zusammensetzt. Derartige Konstruktionen erscheinen sehr unvorteilhaft, die Röhren sind teuer, die Eiform entspricht keineswegs der Form der Druckkurve und es sind daher die im Folgenden beschriebenen Anordnungen vorzuziehen. Es wird wohl das Mafs von 0,60 m Lichtweite als dasjenige zu bezeichnen sein, für welches äufserstenfalls Zementröhren noch mit Vorteil Verwendung finden können.

Besser als Zementröhren sind die englischen Steingutröhren, die bei Entwässerungsanlagen in Städten gegenwärtig häufige Verwendung finden. Die Muffen erleichtern die Verbindung wesentlich, aber die Dichtung der Stöfse sollte nur durch Letten geschehen. Die Ausbildung der Stirnen ist dieselbe wie bei Gufseisen- oder Zementröhren, die Preise stellen sich bei gröfseren Durchmessern ziemlich höher, als für Zementröhren, nämlich für 20 cm 2 M., 30 cm 4 M., 40 cm 6,35 M., 50 cm 10,65 M. und 60 cm 16 M., weshalb im Strafsenbau diese Steingutröhren selten Anwendung finden.

c) Backsteinröhren von rundem oder ovalem Querschnitt empfehlen sich da, wo ausgezeichnete wetterbeständige Backsteine in der Nähe hergestellt werden; bei grofser Bezugsweite vergröfsern sich die Kosten in hohem Grade, weil die Röhrenwandungen nicht dünner als 1/2 Stein stark hergestellt werden können; sehr gutes Material ist wegen des beständigen Wechsels von Trockenheit und Feuchtigkeit notwendig. Für Durchmesser von 30 bis 40 cm sind sie nicht zu empfehlen, da Zementröhren wohlfeiler sind.

Bei allen diesen kleinen Röhrendurchlässen ist es angezeigt, die Chaussierung der Strafsen nicht unmittelbar auf die Röhren aufzulegen, weil sie sonst unter dem Druck der Fahrzeuge leiden. Eine zwischen Röhren und Chaussierung liegende Erdschicht hebt die schädlichen Wirkungen auf, während man jedoch bei Eisenbahnen diese Schicht nicht unter 0,40 m nehmen darf, genügt für Strafsen eine solche von 0,2 m, weil die dichte Chaussierung schon von selbst den Druck der Räder auf eine gröfsere Breite verteilt.

d) Deckeldohlen und gewölbte Durchlässe. Wo lagerhafte Werksteine zur Verfügung stehen, wird man Durchlässe von mehr als 0,40 m Weite als Deckeldohlen herstellen, deren einfachste Konstruktion in Abb. 25 bis 28, Taf. V dargestellt ist. Die Widerlager ruhen auf einem durchgehenden Grundbau, dessen oberste Schicht zugleich die Sohle der Dohle bildet. Platten mit ebenen Lagern und schliefsenden Stofsfugen, sonst rauh belassen, bilden die Decke. Die früher übliche Konstruktion, jedes Widerlager mit besonderem Fundament zu versehen und die Sohle durch Pflasterung zu bilden, ist viel weniger zu empfehlen. Beschädigungen und Auswaschungen des Pflasters können bei jedem heftigen Regen leicht vorkommen, und in dem engen Raum ist eine Ausbesserung kaum ausführbar. Ein durchgehendes Fundament als Sohle dagegen hält auch bei den stärksten Gefällen (20 bis 30%) aus, und Unterwaschungen der Widerlager sind dann unmöglich.

Würde bei gröfseren Weiten (0,8 bis 1,25 m) das durchgehende Fundament zu teuer, so sind wenigstens in den Ausläufen der Dohle und im Innern in Abständen von etwa 8 m einzelne Sporne (Herdmauern) durchzumauern und das Pflaster ist in Mörtel zu versetzen.

Die Flügel des Durchlasses erhalten am besten die Richtung der Widerlager und werden mit Platten oder Hakensteinen abgedeckt, oder einfach abgetreppt. Da wo Seitengräben einmünden, können auch Parallelflügel Anwendung finden; bei der geringen Höhe der Deckeldohlen, die wir voraussetzen, erfordern die Flügel nicht die starken Abmessungen, wie bei grofsen Bauten, wo Parallelflügel mit Recht nicht beliebt sind, weil sie leicht nach aufsen geschoben werden.

Liegen die Dohlen im Gefälle, so wird am besten das Mauerwerk der Widerlager im Gefälle gemauert, so dafs die Höhe der Öffnung auf die ganze Dohlenlänge die gleiche bleibt. Beträgt das Gefälle mehr als 5%, so sollten Dohlenstirn und Flügel wagerecht gemauert werden, die Widerlager behalten aber das Gefäll der Dohle bei. Sehr starke Gefälle haben nur den Nachteil, dafs das Wasser mit grofser Geschwindigkeit aus dem Durchlafs ausströmt und den Ableitungsgraben angreift. Es müssen hier Sicherungen der Grabensohle durch Herdmauern und Pflasterfassungsquader, der Böschungen durch Pflasterung auf einige Entfernung von der Dohlenstirn angebracht werden, um Unterwaschungen zu vermeiden.

Man kann das Gefälle der Sohle vermindern, wenn man am Einlauf Einfallschächte anbringt; diese brechen die Gewalt des Wassers, mitgeführte gröfsere Gegenstände bleiben im Schacht liegen und können leicht entfernt werden. Die Schächte können rund oder quadratisch gebildet werden; ihre Weite mufs behufs bequemer Reinigung 0,8 bis 1,0 m betragen.

Ein anderes Hilfsmittel zur Überwindung starker Gefälle bilden Treppendohlen mit Abtreppungen an einer oder mehreren Stellen im Innern der Dohle. Diese Ausführungsweise ist im allgemeinen nicht zu empfehlen, sie wird umständlich und teuer und die Treppen verhindern die Reinigung, weil gerade bei dieser Anordnung die mitgeschwemmten Sinkstoffe im Innern der Dohle liegen bleiben, wo sie nicht bemerkt werden und schwer zu beseitigen sind.

Wo es sich deshalb nicht um Bauten an steilen Felshängen handelt, sollten Abtreppungen jeder Art im Innern der Dohle wegbleiben, was in gewöhnlichen Fällen wohl angehen wird, da Gefälle der Sohle von 20% und mehr keine Gefahr bieten.[64])

Die Weite der Deckeldohlen kann je nach der Festigkeit der vorhandenen Deckplatten 0,8 bis 1,0 m betragen. Man stellt Weiten bis 1,2 m mit gerader Überdeckung dadurch her, dafs man Kragsteine unter die Deckel legt (vergl. Abb. 32, Taf. V). Dieses Mittel ist aber wenig wirksam, ein Kragstein kann nur dann tragen, wenn er am hinteren Ende belastet (eingespannt) ist, was nur in geringem Mafse zutrifft. Wenn deshalb die Weite der Öffnung 1,0 m überschreitet, so sollte man zu Gewölbbauten schreiten, von denen Abb. 11, 12 u. 13 Beispiele geben. Wenn wegen zu geringer Dammhöhe die Anlage von Gewölben nicht möglich ist, können zwei Deckeldohlen nebeneinander mit Zwischenwiderlagern angewendet werden (vergl. Abb. 33, Taf. V).

Was endlich die Höhenlage der Strafsen über den Dohlen anbelangt, so kann bei einigermafsen festem Gestein für die Dohlendeckel die Chaussierung unmittelbar auf den Deckel aufgelegt werden, besser ist es freilich, wenn noch eine Erdschicht von 20 bis 30 cm dazwischen liegt. Letztere Vorschrift gilt namentlich für Röhrendohlen, da diese sonst unter dem Gewicht der Dampfwalzen leicht brechen (s. oben S. 88).

Einige Anordnungen von Deckeldohlen zeigen die Abb. 24, 25 bis 28, 34 und 35, Taf. V und zwar Abb. 25 bis 28 eine einfache Deckeldohle, ferner Abb. 34 u. 35 eine

[64]) An der Brenner-Bahn haben die Dohlen Gefälle bis zu 100%.

solche mit Senkschacht, Abb. 24 eine Deckeldohle mit Senkschacht bei sehr starkem Gefälle.

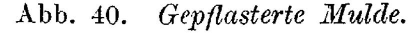
Nachdem in neuerer Zeit Portlandzement in hervorragender Güte und zu annehmbaren Preisen erhältlich ist, kann auch für kleine Bauten Beton mit Vorteil zur Anwendung kommen, auch selbst in Gegenden, wo es nicht an passendem Steinmaterial fehlt. Da man in der Form bei Stampfbeton freie Hand hat, so hat es keine Schwierigkeiten, die tragende Konstruktion der Druckkurve anzupassen und treten passend an die Stelle von Deckeldohlen oder kleinen Durchlässen Gewölbe in Parabelform, der ganze Bau kann aus Stampfbeton bestehen, Gurten und Brüstungen aus Betonquadern. Die Abb. 12 u. 13, Taf. V zeigen ein Beispiel einer ganz aus Stampfbeton hergestellten Bachüberbrückung, ebenso stellt Abb. 11 den Querschnitt einer gewölbten Betondohle vor, welche weichen Untergrundes wegen mit Sohlengewölbe versehen ist. Es erscheint angezeigt, bei derartigen Bauten die sichtbaren Flächen nicht mit einem Bestich zu versehen, weil die Erfahrung ergeben hat, dafs der Bestich bald Haarrisse und Ausschwitzungen von Kalk zeigt, was bei unverputztem Beton nicht der Fall ist.

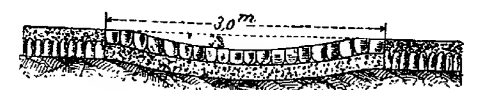
c) Eisenbeton kann bei kleineren und gröfseren Brücken ebenfalls Verwendung finden. An Stelle der Gewölbe der Abb. 11 oder 12 treten dann Betonplatten, welche mit Eisenstäben verstärkt sind. Die Konstruktionshöhe kann hierdurch eingeschränkt werden, nötigenfalls durch Hinausrückung der Widerlager. Die Anordnungen werden offenbar wohlfeiler, als wenn der Brückenoberbau etwa in Eisenkonstruktion (I-Trägern u. s. w.) hergestellt wird.

Die Abb. 17 bis 19 zeigen ein derartiges Brückchen von 3,5 m Spannweite. Die Betonplatte ist 0,30 m dick, die Eisenverstärkung besteht der Quere nach aus Eisenstäben von 8 mm Durchmesser. Die Abb. 17 u. 18 zeigen Längen- und Querschnitt der Brücke, Abb. 19 die Anordnung der Eiseneinlage in Aufrifs und Grundrifs. Die Betonplatte ist auf eine Auflast von 12 t (Strafsenwalze) nach bekannten Regeln berechnet; Entwurf und Ausführung der Kgl. Württ. Kulturinspektion Reutlingen, Kosten etwa 900 M. Bezüglich gröfserer Kunstbauten mufs auf den Brückenbau (Teil II des Handbuches) verwiesen werden.

f) Gepflasterte Mulden statt Dohlen werden häufig Ersparnis halber angewendet, sind aber für den Verkehr nicht bequem, weil die Fuhrwerke dieselben langsam überschreiten müssen, und Eisbildungen im Winter mifslich sind. Die Mulde erhält eine Länge von etwa 3,0 m, die Sohlentiefe unter dem Strafsenplanum beträgt höchstens 0,2 m (Abb. 40). Im Gebirge kann die Anordnung deshalb zweckmäfsig sein, weil die kleinen Wasserläufe bei Regenwetter viel Geschiebe mit sich führen, das die Dohlen leicht verstopft.

Abb. 40. *Gepflasterte Mulde.*





Im Hochgebirge sind gepflasterte Mulden dort nicht zu umgehen, wo die Strafse von Murgängen gekreuzt wird. Beim Anlaufen eines Murganges werden oft so grofse Schuttmassen mit herabbefördert, dafs jede Dohle oder Brücke sofort verschüttet würde, während über flache Mulden der gröfste Teil der Schuttmassen unschädlich abgeführt wird. Unterbrechungen des Verkehrs durch Räumungsarbeiten sind aber hierbei unvermeidlich, man mufs deshalb beim Trassieren der Strafsen den Schuttkegeln des Murganges möglichst ausweichen (vergl. § 5, S. 41).

§ 12. Die Fahrbahn der Landstrafsen. In § 10 haben wir die Form der Strafsenoberfläche besprochen, welche zu einer regelmäfsigen und vollständigen Wasser-

ableitung nötig ist. Diese Form kann nur durch künstliche Befestigung desjenigen Teiles der Strafsenoberfläche erhalten werden, der für den Verkehr der Fuhrwerke dient; man nennt diesen die befestigte Fahrbahn und es können verschiedene Ausführungen dafür gewählt werden.

Man verlangt von der befestigten Fahrbahn:

1. Genügende Festigkeit, damit die Last der einzelnen Räder auf eine genügende Breite des Planums übertragen werde, ohne dafs der Zusammenhang der Fahrbahn notleidet;
2. Undurchdringlichkeit für das Tagwasser, damit das Erdplanum vor dem Erweichen geschützt bleibt;
3. genügende Härte des Strafsenmaterials, damit eine Abnutzung durch Reibung und durch den Stofs der Fuhrwerke möglichst langsam und so gleichmäfsig erfolgt, dafs die gewölbte Form der Strafsenoberfläche erhalten bleibt.

Als Material für die Fahrbahn von Landstrafsen dienen gewöhnlich die in der Natur vorkommenden festen Gesteinsarten, in besonderen Fällen kommen auch künstliche Steine zur Anwendung.

Als weiteres Material für Landstrafsen ist sodann noch der in den Flufsläufen oder in Gräben vorkommende Kies zu bezeichnen, der seiner Wohlfeilheit wegen einen passenden Ersatz für den Steinschlag bilden kann, wenn er aus festen, wetterbeständigen Steinen besteht. Schliefslich werden auch Mittel für vorläufige Anlagen zu besprechen sein, die nötig werden können, wenn die Strafse, die aus neu aufgeschüttetem Damm besteht, eröffnet werden soll, ehe die endgiltige Herstellung der Chaussierung möglich ist.

Werden die Gesteine in kleinen unregelmäfsigen Stücken angewendet, die erst durch passendes Einbauen und künstliche Zusammenpressung sich so dicht aneinander lagern, dafs die Fahrbahn die genügende Festigkeit gegen Verschiebung erhält, so bezeichnet man diese Ausführungsweise mit dem Namen Steinschlagbahn (Chaussierung), im Gegensatz zum Pflaster, das aus mehr oder weniger regelmäfsigen Steinstücken besteht, die durch ihr Gewicht und den regelmäfsigen Verband der Fahrbahn die erforderliche Festigkeit verleihen. Als Mittelding zwischen Steinschlag und Pflaster kann das Kleinpflaster bezeichnet werden, das in letzter Zeit bei Landstrafsen mehrfach probeweise zur Anwendung gekommen ist.

Es kommen somit für Landstrafsen in Betracht:

I. Steinschlagbahnen,
II. Kiesbahnen,
III. Kleinpflaster,
IV. Anlage von Knüppelwegen,

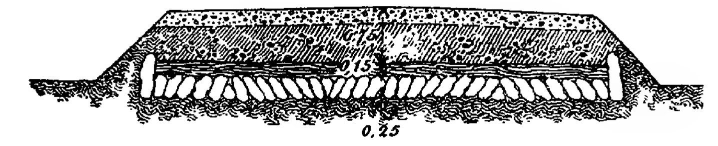
die nachstehend näher erörtert werden sollen, während die Pflasterungen aus natürlichen oder künstlichen Steinen, welche nur in besonderen Fällen Anwendung finden, erst später bei der Beschreibung städtischer Strafsen (s. Kap. II) eine eingehende Behandlung finden werden.

I. Steinschlagbahnen.

Die von den Römern gebauten Strafsen waren keine Steinschlagbahnen (s. Einleitung), obgleich einzelne von ihnen Ähnlichkeit mit diesen besafsen. Sie bestanden in der Moselgegend aus einer Grundlage von in Mörtel gelegten Kalksteinplatten, 25 bis 30 cm dick, einer zweiten Lage 10 bis 12 cm stark von festgeschlagenem Lehm, einer dritten Lage von zerschlagenen Kalksteinen in Mörtel, etwa 45 cm stark, und einer

Decklage von Kies in Mörtel, die an den Seiten etwa 20, in der Mitte 30 cm stark ist (s. Abb. 41).[65]) Die Dicke der Steinbahn betrug hiernach über 1 m, während man in neuerer Zeit sich mit Stärken von etwa 30 cm begnügt, und von der Verwendung von Mörtel zur Verbindung der Steine ganz absieht. Auch im 17. Jahrhundert machte man in Österreich und Frankreich die Steinbahn noch sehr stark, und war dies wohl deshalb nötig, weil damals eine sorgfältige Unterhaltung der Strafse noch nicht eingeführt war.[66]) Die erste der jetzt gebräuchlichen entsprechende Ausführungsweise der Steinbahn rührt von dem französischen Ingenieur Tresaguet her. Sie bestand aus einem Grundbau von gröfseren Steinen mit einer darüberliegenden Schicht von Schotter in einer Gesamtdicke von 30 bis 40 cm.

Abb. 41. *Römische Strafse in der Moselgegend.*



Die in neuerer Zeit angewendeten Ausführungsweisen teilen sich in zwei Arten: es enthält nämlich die Steinbahn entweder eine Grundlage von gröfseren Steinen (Packlage oder Vorlage), auf dieser eine oder zwei Lagen geschlagener Steine als Decklage, — oder es besteht die ganze Steinbahn aus einer Lage kleingeschlagener Steine mit Weglassung des Grundbaues. Letztere Ausführungsweise wurde von dem englischen Ingenieur Mac-Adam im Jahre 1820 eingeführt und die so hergestellten Strafsen heifsen daher „makadamisierte Strafsen“[67]), während man die ersteren „Steinbahn mit Grundbau“ nennen kann. Welche von den beiden Arten den Vorzug verdient, darüber sind die Meinungen der Strafsenbaumeister geteilt, den makadamisierten Strafsen wird der Vorteil zugeschrieben, dafs die Steinbahn elastischer sei und infolge dessen sich die Fahrbahn weniger abnutze; für die Anwendung des Grundbaues wird geltend gemacht, dafs er die Last der Räder auf eine gröfsere Fläche verteile u. s. w. Vielfach wird von neueren Schriftstellern dem Makadam der Vorzug gegeben[68]), für die Strafse mit Grundbau dürfte aber der Umstand sprechen, dafs eine neue Strafse mit Packlage rascher fest wird, als ein Makadam, dafs sie wohlfeiler in der Anlage ist und auch in der Unterhaltung kaum diesem nachstehen wird, allerdings unter der Voraussetzung, dafs man die Strafsenabnutzung nicht so weit vorschreiten läfst, bis die Packlage zu Tage tritt. Bei der Entscheidung für die Wahl der einen oder anderen Ausführungsart mufs man sich nach der Beschaffenheit des Untergrundes richten. In lehmigem (lettigem) Grunde drückt sich nicht nur die Steinbettung unter der Last der Fuhrwerke in den Untergrund ein, sondern es arbeitet sich nach und nach der Letten in die Höhe und füllt die Zwischenräume zwischen den Steinen der Steinbahn aus, wodurch letztere die Widerstandsfähigkeit verliert. Je dichter der untere Teil der Steinbahn gebildet ist, um so weniger ist dieses Aufsteigen des Untergrundes möglich, die dichter gestellte Packlage widersteht also in dieser Beziehung besser, als der Makadam. Dies ist mit ein Grund, warum in Süddeutschland, wo lehmiger Untergrund vorherrscht, die Strafsen überall mit Grundbau versehen sind. Verfasser hat bei den unter seiner Leitung aus-

---

[65]) Näheres über Ausführung römischer Strafsen s. Steenstrup, Strafsenbau. Kopenhagen 1843, S. 107. — Merckel, Ingenieur-Technik im Altertum. S. 226 u. ff.

[66]) Vergl. Nessenius, Strafsenbau. Handbuch der Baukunde. Berlin 1892. S. 85, 86.

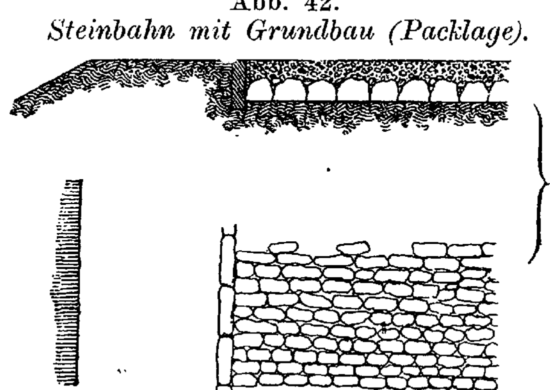
[67]) Im Engineer 1878, Bd. XLVI, S. 358 wird übrigens die Erfindung der makadamisierten Strafsen dem Ingenieur John Lochhead im Jahre 1794 zugesprochen.

[68]) Siehe Nessenius, Strafsenbau. S. 184.

geführten Strafsenbauten wiederholt sich davon überzeugen können, dafs die von schwerem Fuhrwerk befahrenen Strafsen ohne Grundbau nicht halten.[69])

1. Steinbahn mit Grundbau. Dieselbe besteht aus dem Grundbau oder der Packlage (Vorlage, Gestück) und der Beschotterung oder Decklage. Die Abgrenzung der Steinbahn gegen die Steinbankette oder Sommerwege wurde früher häufig durch sogenannte Rand- oder Bordsteine bewirkt (s. Abb. 42), welche gewöhnlich noch etwas in das Strafsenplanum eingreifen, um der Steinbahn mehr seitlichen Halt zu geben, und bis zur Strafsenoberfläche reichen, wo sie zugleich die Höhe für die Decklage der Steinbahn angeben. Der Nutzen dieser Randsteine ist zweifelhaft, sie werden bei Frost leicht in die Höhe getrieben, sie erschweren, wenn die Steinbahn einigermafsen abgenutzt ist, den Ablauf des Regenwassers und das Abziehen des Strafsenkotes, und sind zudem teuer. Man hat sie später durch einzelne in Abständen von 5 bis 6 m angebrachte Richtsteine ersetzt, welche den Zweck haben, den Rand der Steinbahn nach Richtung und Höhe festzulegen, in neuerer Zeit läfst man aber auch diese weg und zwar mit Recht, da solche einzelne in die Strafse eingelegte Steine leicht verdrückt oder verschoben werden.

Abb. 42.
Steinbahn mit Grundbau (Packlage).



a) Der Grundbau (Packlage) erhält eine Dicke von nicht unter 12 cm, für Strafsen mit Frachtverkehr von 18 bis 20 cm, und besteht aus gröfseren Steinstücken, die hochkantig, mit der Längenabmessung senkrecht zur Strafsenachse und soweit die Form der Steine es erlaubt, reihenweise im Verband eingestellt werden, wobei das Hauptaugenmerk darauf zu richten ist, dafs die ebene, aber schmale Seite der Steine auf der Planie aufliegt, so dafs die Packlage ein umgekehrtes Pflaster bildet mit den regelmäfsigen Flächen nach unten, die Spitzen nach oben gekehrt und möglichst dicht aneinanderschliefsend. In keinem Fall dürfen aber die Steine auf das breite ebene Lager gelegt werden, weil sonst die Decklage sich mit dem Grundbau nicht verbindet, es müssen aus demselben Grunde zu breite Steine gespalten oder zerschlagen werden. Die über die normale Dicke vorstehenden Spitzen werden nun abgeschlagen und die Zwischenräume mit kleinen Steinen sorgfältig ausgekeilt, so dafs schliefslich die Oberfläche der Packlage eine rauhe Fläche bildet, die aus einzelnen Steinen besteht, welche möglichst fest, ohne grofse Zwischenräume, sich aneinanderschliefsen. Besteht der Grundbau aus zu grofsen Stücken, so verbindet sich die Decklage nicht mit ihm und erstere leidet mehr durch den Stofs der Fuhrwerke, weil der schwere Grundbau wie ein Ambos wirkt.

Erhält die Steinbahn auf die ganze Breite gleiche Dicke, so wird auch der Grundbau gleich stark, ist aber die Steinbahn in der Mitte stärker, so erhält die Packlage eine Wölbung, die zwischen der des Planums und der Strafsenoberfläche in der Mitte liegt. Man erhält die Wölbung durch Einhaltschablonen, die auf den Randsteinen oder passend geschlagenen Festpunkten aufliegen. Manche Strafsenbaumeister schlagen vor, den Grundbau durch Abwalzen noch mehr zu dichten, notwendig ist

[69]) In Baden wird für stark und namentlich mit schwerem Fuhrwerk befahrene Strafsen die Anwendung eines Grundbaues vorgeschrieben (vergl. Bär, S. 492 u. 493). In Württemberg betrachtet man eine nicht mit Grundbau versehene Strafse als minderwertig.

dies aber nur bei unzuverlässigem Untergrund oder bei frisch geschütteten Dämmen (s. S. 84).

b) Die Decklage. Das die Bedeckung des Grundbaues bildende Kleingeschläg ist es vorzugsweise, welches der Strafse diejenige Beschaffenheit verleiht, die der Verkehr verlangt, es kommt deshalb sehr viel auf die richtige Auswahl des Materials und die sachgemäfse Behandlung der Decklagen an. Ganz allgemein bestätigt die Erfahrung, dafs eine feste, geschlossene, widerstandsfähige und glatte Fahrbahn um so eher erreicht wird, je gleichmäfsiger das Kleingeschläg ist, auch wird eine gewisse Feinheit des Korns verlangt, die mit der Festigkeit des Materials veränderlich ist. Die Bildung von Splittern und Grus beim Zerschlagen der Steine ist tunlichst zu vermeiden, namentlich aber dürfen erdige Bestandteile nicht beigemengt sein, weil dies die Festigkeit der Steinbahn im höchsten Grade beeinträchtigt.

Die Decklage erhält je nach dem Verkehr der Strafse und nach der Beschaffenheit des Materials eine Dicke von 8 bis 20 cm, Stärken unter 6 cm sind nicht mehr zulässig. Sie besteht am besten aus einer Lage von ganz gleichmäfsigem Korn. Für sehr festes hartes Gestein ist eine Gröfse der einzelnen Steine von 4 cm, für weicheres bis zu 6 cm zweckmäfsig. Mehrere Strafsenbaumeister empfehlen, das Steingeschläg in zwei Lagen von verschiedenem Korn einzubringen. In der preufsischen Verordnung vom Jahre 1871 ist für den Fall gröfserer Stärke der Decklage eine Mittellage vorgesehen, so beispielsweise für eine 5,6 m breite Steinbahn entweder ein Grundbau von 12 cm Dicke und 9 cm Decklage, oder ein Grundbau von 12 cm, eine Mittellage von 7 cm und eine Decklage von 9 cm. Diese Anordnung erscheint uns im allgemeinen nicht zweckmäfsig, weil beim Abwalzen oder beim Befahren der Strafse das Grobgeschläg sich durch die Decklage emporarbeitet und die Strafsenoberfläche uneben wird. Man wird deshalb diese Anordnung nur wählen, wenn das Material der Decklage sehr teuer ist, und deshalb die Mittellage aus weicherem und daher wohlfeilerem Material hergestellt werden mufs. Man tut aber in diesem Falle gut, die Mittellage vorher einzuwalzen, ehe man die Decklage aufbringt (vergl. S. 97).

Das zur Decklage verwendete Kleingeschläg wird bei Landstrafsen gewöhnlich durch Handarbeit hergestellt, indem man die im Steinbruch gewonnenen Bruchsteine auf die Strafse auffährt und hier zerkleinert. Zur Bemessung der richtigen Gröfse der Steine dienen Ringe von bestimmtem Durchmesser, durch welche die einzelnen Steine nach jeder Richtung durchgehen müssen, die Handarbeit ist zeitraubend und kostspielig, von weichem Gestein kann ein geübter Steinschläger im Tage nur 1,5 bis 2,0 cbm, von hartem nur 0,6 bis 1,0 cbm schlagen. (Über die Kosten der Handarbeit vergl. auch § 19.)

In neuerer Zeit wird vielfach der Steinschlag durch Steinbrechmaschinen hergestellt, welche entweder im Steinbruch selbst, oder an einer Stelle, wo eine Betriebskraft dafür zur Verfügung steht, aufgestellt werden. Es wird hierdurch das Zerkleinern des Materials wesentlich wohlfeiler, als bei Verwendung von Handarbeit. Die Erfahrung zeigt aber, dafs der mittels Maschinen gewonnene Steinschlag ungleichmäfsig ausfällt und es müssen Ausscheidungsvorrichtungen angewendet werden, welche den zu groben und den zu feinen Schotter trennen. Trotzdem wird, namentlich bei Verwendung lagerhaften Gesteins, nur schwer die Würfelform erzielt, welche für den Steinschlag als die günstigste zu bezeichnen ist. Bei massigem Gestein geben die Steinbrechmaschinen bessere Ergebnisse, man kann dann den harten abfallenden feinen Schotter und Grus zur Befestigung von Fufswegen und als Übergründungsmaterial beim

Einwalzen zweckmäfsig ausnutzen. — Wir verweisen bezüglich der Konstruktion der Steinbrechmaschinen, deren Aufstellung und Betrieb auf die Beschreibung in § 18.

c) Die Korngröfse des Steinschlages. Die Gröfse der Steine ist bei den Strafsenbauverwaltungen verschieden festgesetzt; in Baden müssen die Steine durch einen Ring von 4,5 **cm**, im Elsafs von 4 bis 6 **cm** hindurch können, das Geschläge wird vor dem Aufbringen durch Aufwerfen auf ein Drahtsieb gereinigt. In Hannover soll das Geschläg einem Würfel von 3,4 bis 4 **cm** Seite möglichst nahe kommen, in Braunschweig desgl. von 3 bis 4 **cm**; das Geschläg wird vor dem Einbringen mit Handsieben gereinigt. In Württemberg, wo meist weiches Gestein (Muschelkalk) zur Verwendung kommt, ist ein Ring von 5 **cm** Durchmesser vorgeschrieben (Auszug aus dem Reisebericht des Oberbaurat Leibbrand 1879). Wie schon oben erwähnt, ist die Korngröfse um so geringer zu nehmen, je härter das Material ist (vergl. hierüber auch § 19).

d) Steinbedarf für das Kleingeschläg. Durch die Zwischenräume, welche im Steinschlag vorhanden sind, nimmt dieser einen gröfseren Raum ein, als gewachsene Felsen, und man kann etwa annehmen, dafs 1 **cbm** aufgesetzter Bruchsteine 54 bis 66 % festes Material enthält, und beim Kleinschlagen etwa 1,2 **cbm** Steinschlag ergibt. 1 **cbm** Steinschlag enthält somit nur 0,45 bis 0,55 **cbm** feste Masse. Durch das Abwalzen prefst sich aber der Schotter bedeutend zusammen, so dafs etwa 1 **cbm** festgewalztes Kleingeschläg 80 bis 84 % festes Material gibt. Zu 1 **cbm** Steinschlag in der Strafse gemessen sind somit etwa 1,37 **cbm** aufgesetzter Steine nötig, und es können hiernach die Voranschläge für den Steinbedarf berechnet werden (vergl. hierüber die Tabellen in § 19).

e) Dichtung des Steinschlages. Das Kleingeschläg wird auf die Vorlage in der richtigen Dicke aufgebracht mit Berücksichtigung der vorgeschriebenen Wölbung der Strafse, die einzelnen Steine liegen hierbei noch lose aneinander, und sind nicht imstande, dem Druck der Fahrzeuge Widerstand zu leisten. Den zum Befahren der Strafse nötigen Zusammenhang der Decklage erreicht man durch Abwalzen derselben mit schweren gufseisernen Walzen, welche so lange auf der Steinbahn hin und hergeführt werden, bis die einzelnen Steine des Kleingeschlägs möglichst dicht beisammen liegen, und durch darüber fahrendes Fuhrwerk Eindrücke nicht mehr hervorgebracht werden. Man hat früher dieses Dichten der Decklage dem Fuhrwerk selbst überlassen, aber, abgesehen von der Plage für die Zugtiere, ist eine Dichtung in dieser Weise nicht vorteilhaft, weil eine Menge Kleingeschläg unnötig zermalmt wird, und längere Zeit Arbeiter auf der Strafse gehalten werden müssen, um die entstehenden Spuren wieder zuzuziehen und das Fuhrwerk zum Befahren neuer Streifen zu veranlassen, um so eine gleichmäfsige Dichtung der Strafse auf die ganze Breite der Steinbahn zu erreichen. Eine eingewalzte Strafse ist von einer nicht gewalzten nach Jahren noch zu unterscheiden. Bei letzterer ist es fast nicht möglich, eine regelmäfsige Wölbung zu erzielen. Während man früher nur die einen starken Verkehr aufweisenden Strafsen abgewalzt hat, geschieht dies neuerdings auch bei Korporations- und selbst bei Gemeindestrafsen; man kann wohl sagen, dafs erst durch Einführung der Strafsenwalzen sowohl beim Neubau, als auch bei der Strafsenunterhaltung die Herstellung einer vollkommenen Strafsenbahn erreicht worden ist. Bei der Wichtigkeit des Vorgangs soll das Verfahren weiter unten im Zusammenhang beschrieben werden (s. S. 97).

2. Makadamisierte Strafsen. Der Erfinder dieser Bauart, Mac-Adam, hat für die Herstellung der Steinbahn vorgeschrieben, dafs sie aus gleich grofsen, höchstens

12 Lot schweren Steinen bestehen soll (was etwa einem Würfel von $5\frac{1}{2}$ cm Seiten entspricht). Er hat die damals noch übliche bedeutende Stärke der Steinbahn auf 25 cm und später selbst auf 15 cm verringert. Es kann zugegeben werden, dafs bei festem Untergrund eine Stärke von 15 cm genügt, ein Mafs, auf welches beim Packlagenunterbau nicht herabgegangen werden kann, weil die Decklage zu dünn ausfiele und sich daher rasch abnutzen würde. Für nachgiebigen Untergrund kann aber dieses Mafs nicht genügen, auch wird bei gröfserer Dicke der Chaussierung eine Steinbahn mit Grundbau entschieden besser und wohlfeiler, als eine makadamisierte Strafse (vergl. oben S. 92).

In neuerer Zeit ist man von der gleichartigen Beschaffenheit des Materials auf die ganze Steinschlagdicke abgegangen, man bildet eine untere Schicht aus gröberem Geschläg in Gröfse der einzelnen Stücke bis zu 8 cm, die Decklage aus feinerem Korn von 4 bis 5 cm. Ein grofser Unterschied zwischen Makadam und Chaussierung mit Grundbau besteht dann nicht mehr, insofern das Grobgeschläg nichts anderes ist, als ein mangelhafter Grundbau mit vielen Hohlräumen. Für die untere Lage kann man wie zur Packlage weicheres Gestein verwenden, die Decklage erfordert ganz dieselben Rücksichten bei beiden Ausführungsweisen.

Das Abwalzen der Steinbahn kann bei Makadam noch weniger entbehrt werden, als bei der Ausführung mit Grundbau, weil die untere Lage ebenso locker ist, als die Decklage, während der Grundbau an sich schon eine grofse Festigkeit besitzt.

3. Gesteinsarten zur Herstellung der Steinschlagbahnen. Grundbau und untere Lage des Makadam erfordern nur mittlere Festigkeit des Steinmaterials, weil sie mit den Rädern bei sachgemäfser Strafsenunterhaltung nicht in Berührung kommen, es genügen deshalb wetterfeste, mäfsig harte Gesteine jeder Art. In den Strafsen der Stadt Stuttgart werden zum Grundbau die weichen Keupersandsteine benutzt, die als Abfall von Bausteinen sich ergeben, ohne dafs durch ihre Verwendung ein schädlicher Einflufs bei der Strafsenunterhaltung zutage tritt.

Dagegen ist die gute Beschaffenheit des Kleingeschläges zur Decklage von der höchsten Wichtigkeit. Man verlangt von den Steinen

1. genügende rückwirkende Festigkeit gegen das Zerdrücken, Zähigkeit gegen Stofswirkungen,
2. Härte, um zu rasche Abnutzung durch die Reibung der Räder zu vermeiden, und
3. soll das Material in abgeriebenem Zustande nicht klebrig sein, weil sonst, namentlich bei eintretendem Tauwetter, ein Aufwickeln der Decklage an den Rädern der Fuhrwerke sich zeigt, wodurch der innige Zusammenhang vollständig verloren geht.

Zur Beurteilung der Brauchbarkeit der einzelnen Steingattungen genügt deshalb die Kenntnis der rückwirkenden Festigkeit, sowie der chemischen Zusammensetzung für sich allein nicht, sondern es ist noch Rücksicht auf Frostbeständigkeit, Fähigkeit der Wasseraufnahme, Widerstand gegen Abreiben u. a. zu nehmen. Man hat sich Mühe gegeben, aus den verschiedenen Eigenschaften der Gesteine Wertziffern für ihre Brauchbarkeit zu berechnen, ohne dafs bis jetzt abschliefsende Ergebnisse hierüber erreicht worden wären (vergl. § 17). Es ist deshalb bis jetzt meist noch die Erfahrung, welche über die Brauchbarkeit der Gesteinsarten zu entscheiden hat.

Häufig ist man genötigt, minderwertiges Steinmaterial zum Strafsenbau zu benutzen, weil festes Gestein nur mit grofsen Kosten herbeigeschafft werden kann; so mangelt es beispielsweise im Jura fast überall an gutem Strafsenbaumaterial, die vorhandenen Kalksteine sind tonig und weich, man trifft daher selbst in der Schweiz, wo die Strafsen im allgemeinen sehr gut im Stande sind, im Jura die schlechtesten Strafsen, uneben, kotig und ohne die nötige Wölbung. Häufig zieht man das schlechtere Steinmaterial seiner Wohlfeilheit halber vor, und es kann bei einer Strafse mit geringem Verkehr in der Tat vorteilhafter sein, selbst wenn hartes und weiches Material in gleicher Entfernung zu haben ist, zu letzterem zu greifen.

Für Neubauten kann es sich empfehlen, zunächst das wohlfeilere, wenn auch geringere Material zu wählen, weil die erste Steinschlagdecke doch bald durch Setzung der noch nicht vollständig zur Ruhe gelangten Dämme, durch Eindrücken des Geschlägs in die Grundlage u. s. w. verloren geht; erst bei den nächsten gröfseren Ausbesserungen wird man dann zum teureren, aber haltbareren Material überzugehen haben.

Bei sehr verkehrsreichen Strafsen dagegen kann es angezeigt sein, nicht dasjenige Material zu wählen, welches die geringsten jährlichen Unterhaltungskosten erfordert, sondern dem besten verfügbaren Material den Vorzug zu geben, mit Rücksicht auf die Annehmlichkeit, welche die geringere Staub- und Kotbildung und die hierdurch verminderte Belästigung des Verkehrs durch Reinigung und Ausbesserungen gewährt. Die vermehrten jährlichen Unterhaltungskosten werden durch die bequemere Benutzung der Strafse gerechtfertigt. Derartige Rücksichten werden indessen meist nur bei städtischen Strafsen oder solchen in der Nähe von Städten zu nehmen sein, wo aufser dem Verkehr selbst auch die Interessen der Anwohner in Frage kommen.

Die besten Gesteine liefert im allgemeinen das Urgebirge: Granit, auch Gneifs, wenn er nicht zu viel Glimmer enthält und nicht zu grobkörnig ist. Ganz ausgezeichnet ist aber Quarzporphyr, nur ist derartiger Schotter teuer, wegen der grofsen Kosten für das Brechen und Schlagen. In Braunschweig wird in ausgedehntem Mafse Gabbro angewendet, und es sind mit diesem Material sehr gute Erfahrungen gemacht worden.

Aus dem Flözgebirge sind an Gesteinen, welche sich zur Decklage gut eignen, diejenigen Sandsteine zu nennen, welche quarziges Bindemittel enthalten, besonders die Kieselsandsteine des bunten Sandsteins. Nicht geeignet zur Decklage sind dagegen Sandsteine mit tonigem Bindemittel; sie sind zu weich, geben einen zähen Kot und eignen sich höchstens zum Grundbau. Hierher gehören die gewöhnlichen bunten Sandsteine, die Schilfsandsteine der Keuperformation u. s. w.

Bessere Materialien liefert der Muschelkalk. Der Kalkstein ist zwar verhältnismäfsig weich, genügt aber für Strafsen mit nicht zu starkem Verkehr, wofern nur eine sorgfältige Unterhaltung der Strafsen stattfindet. Weniger geeignet sind die Jurakalksteine, weil sie sehr weich und tonig sind, am brauchbarsten hiervon sind noch die oberen reineren Schichten des weifsen Jura.

Von den vulkanischen Gesteinen ist namentlich der Basalt als ausgezeichnetes Strafsenmaterial anzuführen, einer Anwendung im grofsen steht nur seine geringe Verbreitung, sowie die erheblichen Kosten für das Zerkleinern entgegen. Doch wickelt er sich mehr an den Rädern auf, als die Urgesteine.

4. Das Einwalzen der Steinschlagstrafsen. Das Verfahren, neu hergestellte Strafsen oder gröfsere Ausbesserungsarbeiten durch Einwalzen zu dichten, ist, wie schon S. 95 erwähnt, als der wesentlichste Fortschritt im Chausseebau zu bezeichnen. Bei der früheren Gepflogenheit, die Verbindung der einzelnen Steine des Steinschlages den Fuhr-

werken zu überlassen, zeigen sich folgende Übelstände: Die schmalen Radfelgen drücken tiefe Spuren in die unzusammenhängende Decklage, die Steine werden abgerundet oder zerdrückt, und wenn endlich eine genügende Festigkeit der Decke mühselig erreicht ist, so beschränkt sie sich auf eine geringe Breite, da die Fuhrwerke in den festgefahrenen Radspuren einander sorgfältig folgen. Die Festigung der ganzen Breite ist nur durch Verlegen (Sperren) einer Strafsenseite zu bewirken und man erreicht nur nach langer Zeit und unvollständig eine gleichmäfsige Festigkeit auf die ganze Breite mit Aufwendung einer Menge Ergänzungschotter, vieler Handarbeit und grofser Belästigung für den Verkehr. Die regelmäfsige Wölbung der Strafse geht meist verloren, bis die Oberfläche genügende Festigkeit erreicht hat, es deutet schon das unregelmäfsige Aussehen der Oberfläche auf den Mangel des Einwalzens hin. Ganz anders gestaltet sich die Sache beim Einwalzen, durch welches man erreicht, dafs die einzelnen scharfkantigen Steinstücke sich möglichst nahe aneinanderschliefsen; es entsteht eine glatte mosaikartige Oberfläche, in welche die Räder sich nicht mehr eindrücken, so dafs die Fuhrwerke keine Veranlassung mehr haben, einen bestimmten Teil der Fahrbahn vorzugsweise zu benutzen. Die Form der Oberfläche bleibt glatt und eben und es beginnt von Anfang an eine gleichmäfsige Abnutzung. Ein festgewalzter Steinkörper enthält 80 bis 85% Steinmaterial, ein ungewalzter etwa 45%, somit sind in letzterem die Zwischenräume etwa 2½ mal so grofs als in ersterem. Die Verminderung der Zwischenräume mufs nun vorzugsweise dadurch bewirkt werden, dafs die losen Steine durch den Druck der schweren Walze näher zusammenrücken; eine vollständige Dichtung der Oberfläche wird aber noch dadurch befördert, dafs man während des Einwalzens, nachdem eine gewisse Festlegung der einzelnen Steine gegeneinander erfolgt ist, Sand oder feinen Kies auf die Oberfläche aufbringt, der die noch vorhandenen kleineren Zwischenräume ausfüllt. Nicht zweckmäfsig ist es, dieses Bindemittel schon vor Beginn des Walzens auf die lose Steinschlagdecke aufzubringen, es fällt zu viel des feinen Sandes in die Zwischenräume und dadurch wird dem Zusammenhang der Decke eher geschadet als genützt. Unter keinen Umständen darf das Bindematerial erdige Bestandteile beigemischt enthalten, dagegen kann man statt Kies oder Sand zweckmäfsig die Abfälle verwenden, die sich beim Steinschlagen mittels Steinbrechmaschinen ergeben. Ob und wieviel Bindematerial man verwendet, hängt übrigens von der Beschaffenheit des Steinmaterials ab: Quarziges Material, Porphyr u. s. w. verbindet sich sehr schwer, und es kann hier das Bindematerial nicht erspart werden. Viel rascher tritt eine Verbindung der Decklage bei Kalkstein ein, weshalb hier Bindematerialien meist wegbleiben können.

Man unterscheidet zweierlei Arten von Walzen, nämlich Pferdewalzen und Dampfwalzen, die letzteren erlangen durch ihre günstige Wirkung und der geringen Arbeitskosten wegen immer mehr die Oberhand. Eine genauere Beschreibung der verschiedenen Walzenkonstruktionen erfolgt in den §§ 20 bis 23, im Nachstehenden sind nur einige Angaben über das Walzverfahren im allgemeinen zu geben.

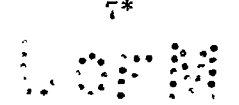
Gewicht der Walze und Breite derselben müssen in einem gewissen Verhältnis zu einander und zu dem verwendeten Steinmaterial stehen, da zu schwere Walzen das Kleingeschläg zerdrücken. Auch darf nicht aufser acht gelassen werden, dafs namentlich Dampfwalzen eine sehr starke Belastung der Strafsenbrücken verursachen, die weit über die Belastung des gewöhnlichen Strafsenfuhrwerks hinausgeht (vergl. die Zahlen der Tabelle IV, S. 19). Für Pferdewalzen empfiehlt Kaven nach Erfahrungen in Hannover ein Gewicht von 3,0 bis 5,0 t, oder höchstens von 6 bis 8 t f. d. lfd. m Walzenbreite, bei Dampfwalzen geht man in neuerer Zeit auf etwa 8 t f. d. lfd. m, bei sehr hartem

Steinmaterial kann man wohl noch etwas weiter gehen, das Maſs von 10 t wird aber auch hier als das Gröſstmaſs zu bezeichnen sein (vergl. hierüber § 20, 22 u. 23).

Das Einwalzen der Steinbahn mittels Pferdewalzen geschieht in folgender Weise: Nachdem das Kleingeschläg in solcher Überhöhung auf dem Grundbau aufgeschüttet ist, daſs nach erfolgter Befestigung die Erreichung des richtigen Straſsenprofils in genügender Wölbung zu erwarten ist, beginnt man mit gar nicht oder nur wenig belasteter Walze die Befestigung, zunächst entlang einer Seite der Steinbahn. Die Länge der in Angriff zu nehmenden Strecken beträgt etwa 350 bis 700 m und wenn die Walze das Ende der Strecke erreicht hat, dreht man entweder die Walze oder spannt die Pferde um, und führt die Walze auf der anderen Seite der Steinbahn, ihrem Rande entlang, zurück. Jeder folgende Walzenzug geht nun in gleicher Weise hin und her, gleichlaufend der Richtung des zunächst vorhergehenden, indem er einen Teil des zuletzt ausgeführten Zuges überdeckt, bis nach und nach die Mitte der Steinbahn erreicht ist. Man beginnt dann in gleicher Weise wieder auf den Seiten, und setzt den Vorgang 25 bis 50 mal fort, bis die gewünschte Befestigung der Decke erreicht ist. Man kann annehmen, daſs eine solche vollständig eingetreten ist, wenn ein vor die Walze geworfener Stein von 5 cm Seite durch die Walze nicht eingedrückt, sondern zerdrückt wird. Während des Fortschreitens des Walzverfahrens wird bei Pferdewalzen die Walze nach und nach beschwert, bis zuletzt ihre volle Belastung eingetreten ist. Die Bespannung, welche aus 6 bis 8 Pferden besteht, braucht hierbei nicht vermehrt zu werden, weil mit der fortschreitenden Befestigung der Fahrbahn der Widerstand der Bewegung abnimmt, dagegen wird auf Steigungen eine Vermehrung der Zugkraft erforderlich. Bei Verwendung von Dampfwalzen fällt das Beschwerungsmaterial weg, die Belastung bleibt während des ganzen Walzverfahrens dieselbe.

Das Walzen vom Rand gegen die Mitte der Fahrbahn hat den Zweck, einem seitlichen Verschieben der Steinbahn entgegenzuarbeiten, der lockere mittlere Teil wird durch die schon gewalzten Seitenteile zusammengehalten.

Als Hilfsmittel, welche die Befestigung der Decke beschleunigen, ist zunächst das Begieſsen mit Wasser zu bezeichnen; dies muſs namentlich bei trockener Witterung angewandt werden. Da die Beschaffung des Wassers auf Landstraſsen meist sehr teuer ist, so ist im allgemeinen zu raten, das Walzen bei feuchter Witterung vorzunehmen, der Untergrund muſs sich aber vorher gesetzt haben. Da namentlich bei Verwendung von Dampfwalzen nicht immer nasses Wetter abgewartet werden kann, so verursacht das zur Benetzung der Fahrbahn erforderliche Wasser Ausgaben, die einen hohen Prozentsatz der gesamten Kosten des Walzverfahrens betragen. Eine bessere Bindung des Materials wird besonders bei sehr hartem Kleingeschläg oder Kies befördert durch Ausstreuen von Steingrus oder feinem Kies; dieses Material darf aber, wie schon oben erwähnt, nicht vor Beginn des Walzverfahrens aufgebracht werden. Ist das Walzen soweit vorgeschritteu, daſs das Geschläg sich nicht mehr vor der Walze herschiebt, so sind die etwa in der Oberfläche entstandenen Unregelmäſsigkeiten durch Aufbringen weiteren Schotters auszugleichen und diese schlieſslich festzuwalzen. Nach Beendigung des Walzverfahrens wird dann gewöhnlich noch eine dünne Lage Sand oder Steingrus etwa 1 cm stark aufgebracht, welche den Zweck hat, als Schutzlage zu dienen, damit die Pferde nicht mit den Hufen einzelne auf der Oberfläche liegende, noch nicht ganz festgelagerte Steine losschlagen; die Straſse kann nunmehr dem Verkehr zur unbeschränkten Benutzung übergeben werden.



Die Geschwindigkeit, mit der die Walze sich bewegt, wird am besten dem gewöhnlichen Schritt des Pferdes entsprechend, also etwa 1 m in der Sekunde angenommen, die Arbeitsleistung für den Tag hängt von dem Strafsenmaterial, sowie auch von der Bauart der Strafse ab. Eine ganz neue Strafsenanlage erfordert längeres Einwalzen als die Befestigung der neuen Steindecke einer bestehenden Strafse, hartes Material längere Zeit als weiches.

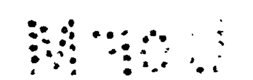
So sehr es angezeigt ist, das Walzverfahren nur unter Zuhilfenahme des Besprengens mit Wasser auszuführen, so ist doch eine zu grofse Durchnässung der Fahrbahn und des Untergrundes zu vermeiden, daher erscheint es nicht ratsam, im Frühjahr sofort nach eingetretenem Tauwetter mit dem Einwalzen zu beginnen, es würde in diesem Fall einfach die Steinbahn in den weichen Untergrund eingedrückt, ohne dafs eine Befestigung der ersteren erfolgt. Man wird abzuwarten haben, bis der Untergrund wieder genügend ausgetrocknet und fest geworden ist.

Die Zahl der Walzengänge, welche zur vollständigen Verdichtung der Fahrbahn nötig sind, läfst sich schwer angeben, den gröfsten Einflufs übt die Dicke der Steinschlagdecke aus, im weiteren kommt die Beschaffenheit des Materials in Betracht, sofern bei hartem Material das Verfahren längere Zeit in Anspruch nimmt als bei Verwendung weichen Materials. Es ist deshalb mehrfach üblich, die Leistung der Maschine nicht nach der Quadratfläche der Strafse, sondern nach dem Rauminhalt des einzuwalzenden Schotters zu bemessen. Bei neu hergestellten Strafsen ist ein länger dauerndes Walzen nötig, als bei Ausbesserungen. Näheres hierüber, sowie über Preise s. in den §§ 20 bis 24.

II. Kiesstrafsen.

In Gegenden, wo es an gewachsenen Gesteinen fehlt, wird häufig Kies angewendet, der entweder aus Gruben gewonnen oder den natürlichen Flufsläufen entnommen wird.

Die Brauchbarkeit des Kieses hängt hauptsächlich ab von der Beschaffenheit der Gesteinsarten, aus denen er besteht, von der Gröfse des Korns, sowie davon, ob er rein oder mit Sand, oder erdigen Bestandteilen gemischt ist. Den besten Kies enthalten die aus dem Urgebirge herabkommenden Flüsse (Rhein, Iller u. s. w.). Dasselbe Material findet sich auch in der Diluvialformation zwischen den Alpen und der Donau, die zum grofsen Teil aus alpinem Schutt besteht. Infolge der runden abgeschliffenen Form des Kieses bildet sich eine Verbindung zwischen den einzelnen Steinen schwerer aus, als beim Steinschlag, es ist deshalb gut, wenn der Kies mit etwas Sand, aber nicht im Übermafs vermischt ist, auch sollten die gröfseren Kiesstücke zerschlagen werden. Bei zu viel Sandgehalt mufs der Kies vorher geworfen werden. In jedem Fall schädlich wirkt aber eine Beimischung von erdigen Bestandteilen. Letztere können nur durch Auswaschen gründlich entfernt werden, aber dieser Arbeitsvorgang verbietet sich meist durch zu grofse Kosten. Ein Grundbau kann in ähnlicher Weise wie bei den Steinschlagbahnen gebildet werden, indem man die gröbsten Kiesel aussucht, zerschlägt und so gut es geht, geschlossen einbaut und verkeilt. Der feinere Kies wird dann zur Decklage verwendet. Als passende Abmessungen können für die Grundlage 15 bis 20 cm, für die Decklage 10 bis 12 cm angenommen werden. Das Einwalzen ist ebenso angezeigt, wie bei Steinschlagbahnen, doch bindet der mit etwas Sand vermischte Kies immerhin leichter und rascher, als Steinschotter, weshalb bei Kiesstrafsen das Abwalzen häufig unterbleibt.



Wenn der Kies aus nicht ganz festem Material besteht, kann man wohl seine Verwendung auf die untere Lage beschränken, die Decklage aber dann aus Schlägelschotter herstellen. In diesem Fall ist es angezeigt, die Kiesunterlage vor dem Aufbringen des Schotters abzuwalzen, weil sonst eine Vermischung zwischen Unterlage und Decklage nicht zu vermeiden ist. Die Abmessungen der Unterlage müssen etwas stärker gewählt werden, als bei Verwendung von Grundbau oder Grobschotter, also wenigstens 20 cm.

Ausgezeichnete Kiesstrafsen findet man im Kanton Zürich, sie verdanken ihre gute Beschaffenheit neben einer sorgfältigen Unterhaltung dem Umstande, dafs der Kies aus Trümmern von Urgebirgssteinen von grofser Härte besteht.

III. Pflasterstrafsen, Klinkerpflaster und Kleinpflaster.

Es ist wohl nicht daran zu zweifeln, dafs die ursprüngliche Befestigung der Strafsenoberfläche aus Pflasterung bestand (vergl. S. 3); die vorhandenen Bruchsteine wurden roh bearbeitet, dem Zyklopenmauerwerk ähnlich nebeneinandergelegt und für die schwach belasteten Fuhrwerke genügte diese Anordnung vollkommen; es sind Teile derartiger Strafsen noch auf unsere Zeit gekommen und da und dort noch an untergeordneten Wegen oder Überbleibseln alter Strafsenzüge zu beobachten. Der Grund, weshalb das Pflaster bei Landstrafsen immer mehr in den Hintergrund tritt, ist wohl darin zu suchen, dafs die Steinschlagbahn einfacher auszuführen ist und auch von ungeübten Arbeitern hergestellt werden kann, dafs ferner der Preis einer Steinschlagstrafse für das Quadratmeter der Strafsenoberfläche wesentlich geringer ist, als der einer gepflasterten, auch die Unterhaltung in einfachster Weise durch Aufbringen eines Geschlägs sich vollzieht.

Da gepflasterte Strafsen viel geringere Mengen an Steinmaterial zur Unterhaltung erfordern als Steinschlagbahnen, kann auch jetzt noch Pflaster bei Landstrafsen da den Vorzug verdienen, wo das Unterhaltungsmaterial aus grofser Entfernung beigeschafft werden mufs, so in der deutschen Niederung, in Belgien, Holland u. s. w. Man verwendet entweder natürliche Steine, oder, wo diese zu teuer sind, auch künstliche Steine, Klinker oder Schlackensteine. Die Ausführungsweise des Pflasters unterscheidet sich nicht von der in städtischen Strafsen angewendeten, weshalb wir auf den bezüglichen Paragraphen 5 im II. Kapitel verweisen. Nur in der Anordnung des Querprofils zeigen sich Unterschiede gegenüber städtischen Strafsen. Da wo erhöhte Fufswege nicht vorhanden sind, ist das Pflaster zwischen stärkere Randsteine zu fassen, bei Anwendung von Backsteinen dürfen erhöhte Fufswege nicht fehlen, damit die hier unumgänglich nötige Sandbedeckung nicht abgeweht werden kann. Das Profil einer mit natürlichen Steinen gepflasterten Landstrafse zeigt Abb. 11, Taf. IV, das von Backsteinpflaster Abb. 43 u. 44. Die Beschreibung s. § 25.

Abb. 43 u. 44. *Klinkerpflaster.*

Abb. 43.

Abb. 44.

Eine Neuerung im Bau der Landstrafsen ist das von Landesbauinspektor Gravenhorst im Jahre 1885 eingeführte Steinschlagpflaster oder Kleinpflaster, das zuerst im Bezirk Stade in Hannover angewendet wurde. Die erzielten Ergebnisse waren

günstig. Infolge dessen wurde die Anwendung auf verschiedene Strafsenstrecken ausgedehnt, so dafs im Jahre 1894 schon etwa 93 **km** Strafse mit solchem Pflaster versehen waren.

Der Grundgedanke war hierbei der, durch Vergröfserung der Abmessungen des Schotters das Zerdrücken der Steine unter der Last der Fuhrwerke zu verhindern, um die Menge des benötigten Unterhaltungsmaterials auf ein Mindestmafs zu bringen, da nach und nach in der Provinz Stade die seither verwendeten Findlinge verbraucht waren und die Schottersteine aus grofser Entfernung beigeschafft werden mufsten. Um eine gut fahrbare Strafsenoberfläche zu erhalten, mufste der grobe Steinschlag in annähernd würfelförmigen Stücken regelmäfsig eingebaut werden, es entstand so das Kleinpflaster, über dessen Anordnung aus den Mitteilungen des Landesbaurat Nessenius[70]) das Folgende entnommen ist.

Das Kleinpflaster dient zunächst zur Instandsetzung abgenutzter Steinschlagdecken. Die alte Strafse wird sorgfältig geebnet, vorstehende Ränder werden entfernt, Vertiefungen und Spuren ausgebessert, unter Zuhilfenahme neuen Schottermaterials. Die Bordsteine werden um etwa 6 **cm** gehoben, um später den Abschlufs des Kleinpflasters zu bilden (wo solche fehlen, sind neue Bordsteine zu setzen, da das Pflaster einer seitlichen festen Begrenzung nicht entbehren kann). Die so vorbereitete Strafsenfläche wird sorgfältig gewalzt wie eine neue Decke, damit sie vollständig eben und fest wird. Dann wird eine etwa 2 **cm** starke Unterbettung von Sand oder Kies aufgebracht und in diese das Kleinpflaster mosaikartig versetzt.

Die Steine sollen sich der Würfelform möglichst nähern und etwa 6 bis 8 **cm** Seitenlänge haben. Grofse Regelmäfsigkeit ist nicht nötig, die Steine sollen nur möglichst gleiche Höhe haben, wie es auch für gewöhnliches Pflaster nötig ist. Das frisch gesetzte Pflaster wird stark angenetzt, die Fugen werden mit Sand ausgeschwemmt und dann kräftig gerammt. Aus 1 **cbm** Pflastermaterial können ungefähr 10 bis 11 **qm** Pflaster hergestellt werden. Das Kleinpflaster kann auch zu Strafsenneubauten verwendet werden, der Grundbau wird ebenso behandelt wie bei Steinschlagstrafsen, nach Abwalzung desselben wird, wie oben beschrieben, der Sand aufgebracht, mittels einer Schablone abgestrichen, so dafs die Oberfläche die genaue Wölbung erhält und dann das Kleinpflaster aufgebracht.

Als Material sind in Hannover vorzugsweise Findlinge in Anwendung gekommen, auf einigen Strecken auch Sandsteine, dagegen hat man die weichen Kalksteine bis jetzt nicht verwendet.

Die im Jahre 1885 hergestellten Strecken haben sich gut gehalten, namentlich ist das befürchtete Losreifsen einzelner Steine durch die Hufe der Zugtiere bis jetzt nicht vorgekommen, auch ein Zerdrücken der Steine ist bis jetzt nicht beobachtet worden, es findet nur eine regelmäfsige Abnutzung durch Abschleifen statt. Als Kosten werden angegeben 2,70 bis 3,60 M. f. d. **qm**, wovon auf Beschaffung der Pflastersteine 1,5 M. und 0,45 M. für Pflasterlohn zu rechnen sind.[71])

Die Unterhaltungskosten werden als unbedeutend angegeben, die seit 9 Jahren hergestellten Strecken haben nennenswerte Ausbesserungen noch nicht erfordert. Nach Gravenhorst's Beobachtungen beträgt die regelmäfsige Abnutzung nur etwa $^1/_7$ bis $^1/_8$ der Abnutzung der Steinbahnen.

---

[70]) Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1895, S. 19.

[71]) Der Verfasser hat im Herbst 1901 die aufserhalb Hannovers mit Kleinpflaster versehenen Strafsen in gutem Zustande angetroffen, es war nur da und dort ein Abbröckeln der Kanten zu bemerken.

Die Anlagekosten sind allerdings um etwa 15% höher als die des Steinschlags, aber wesentlich geringer als diejenigen für gewöhnliches Pflaster. Kopfpflaster aus schwedischem Granit 12 × 12 × 12 kostet etwa 7,0 M. gegenüber den oben angegebenen 3,60 M. des Kleinpflasters.

In einem neueren Berichte von Baurat Esser in Düsseldorf[72]) ist das Kleinpflaster etwas weniger günstig beurteilt; es wird zunächst angeführt, dafs das Kleinpflaster den grofsen Vorzug habe, dafs das Wickeln, das bei schwerem Verkehr auf den best unterhaltenen Schotterstrafsen zu beobachten ist, beim Kleinpflaster wegfällt, dafs dagegen bei grofser Belastung der Fuhrwerke (bei 4000 bis 4500 kg Ladegewicht) ein Absplittern und teilweises Zerdrücken der Steine sich gezeigt habe.

Der Bericht führt im weiteren an, dafs die Dauer einer Kleinpflasterdecke nicht einfach nach dem Verschleifs der Steine an der Oberfläche berechnet werden dürfe. Wenn die Abnutzung des Kleinpflasters bis zu 3 cm vorgeschritten ist, so haben die Steine vermöge ihrer konischen Form (Unterfläche etwa die Hälfte der oberen) so weite Fugen bekommen, dafs die Haltbarkeit des Pflasters in Frage gestellt ist und dasselbe erneuert werden mufs. Es werde somit für das Kleinpflaster nur etwa die dreifache Dauer des Steinschlages anzunehmen sein.

Aus den seitherigen Erfahrungen dürfen etwa folgende Schlüsse gezogen werden:

Das Kleinpflaster ist nicht passend für Strafsen mit geringem Verkehr (bis zu 100 Zugtiere täglich) wegen der hohen Anlagekosten. Für gewöhnliche Vizinalwege dürfte deshalb dem Steinschlag der Vorzug zu geben sein. Für sehr schweren Verkehr eignet sich Kleinpflaster ebenso wenig wie Steinschlag, und es mufs daher zum Grofspflaster gegriffen werden.[73])

Für mittelstarken und nicht zu schweren Verkehr (bis zu 2500 kg Ladegewicht) kann das Kleinpflaster Vorteile bieten, es bleibt aber abzuwarten, ob die seitherigen günstigen Erfahrungen sich auch in Zukunft bestätigen. Von durchschlagender Bedeutung ist sodann die Verwendung harten widerstandsfähigen Materials, das nicht überall zur Verfügung steht. Muschelkalk und ähnliche Gesteine schleifen sich zu rasch ab, so dafs baldige Neupflasterungen nötig werden. Im steinreichen Württemberg dürfte beispielsweise passendes Material für Kleinpflaster nirgends zu finden sein.

Die in der Deutschen Bauzeitung von 1899 (No. 4 und 12) und 1900 (No. 4) erschienenen Aufsätze über Kleinpflaster scheinen nur die oben gezogenen Schlüsse zu bestätigen; es ist hiernach nicht zu verwundern, wenn viele Strafsenbauverwaltungen sich gegen die Anwendung von Kleinpflaster ablehnend verhalten.

Für städtische Strafsen findet in neuerer Zeit das Kleinpflaster häufig Anwendung als Ersatz für chaussierte Strafsenstrecken, um die Nachteile der Chaussierung: starke Staubentwickelung, Belästigung des Verkehrs durch die Unterhaltungsarbeiten, auch höhere Unterhaltungskosten zu vermeiden, ohne genötigt zu sein, sofort grofse Aufwendungen für Vollpflaster machen zu müssen. Wir kommen im II. Kapitel auf den Gegenstand wieder zurück.

---

[72]) Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausgabe 1898, S. 855; vergl. auch Deutsche Bauz. 1898, S. 634 und 1899, S. 22.

[73]) Ein interessantes Beispiel bilden die Strafsen in der nächsten Nähe der Stadt Stuttgart, die Zufahrtsstrafse zum Westbahnhofe u. s. w., die aus bestem Porphyrschotter bestand. Der Porphyr wickelt nicht, aber bei nassem Wetter wird die Chaussierung vollständig auseinandergedrückt; die Strafsen sind fast unfahrbar geworden und mufsten so rasch als möglich mit grofsen Kosten gepflastert werden.

IV. Vorläufige Strafsenbefestigung. Knüppelwege.

Der Strafsenbauingenieur kommt häufig in den Fall, kurz nach Vollendung der Erdarbeiten einen Strafsenzug eröffnen zu müssen, ohne dafs die zum Setzen der Aufschüttungen nötige Zeit abgewartet werden kann. Eine sofortige Einbringung der Chaussierung bringt die Gefahr mit sich, dafs grofse Unterhaltungskosten erwachsen, da jede Dammsenkung durch neu aufgebrachten Schotter ersetzt werden mufs. In einem solchen Fall können Knüppelwege aushelfen, die aus tannenen Rundhölzern von 10 bis 12 cm Stärke bestehen, welche auf den vorher geebneten Erdunterbau quer zur Strafsenachse fest aneinanderschliefsend aufgelegt werden. Die Enden werden durch aufgelegte Rundhölzer längs des Strafsenrandes miteinander verbunden, unter Umständen können diese Hölzer auch weggelassen werden. Nachdem die Dämme sich genügend gesetzt haben, werden die Hölzer herausgenommen, das Erdplanum wird auf die richtige Höhe gebracht und die Chaussierung, wie oben unter I. beschrieben (s. S. 93), eingebaut.

In Stuttgart ist bei neu angelegten Strafsen schon mehrfach mit gutem Erfolg von solchen Knüppelwegen Gebrauch gemacht worden.

Eine mehr bleibende Verwendung können Knüppelwege finden, wenn Strafsen in nassem, schwer zu entwässernden Untergrund auszuführen sind (vergl. S. 83). Das Strafsenbett wird hierbei um die Stärke der Rundhölzer vertieft ausgehoben, die Hölzer werden wie oben beschrieben eingelegt und auf dem so gebildeten Rost Grundbau und Kleingeschläg eingebracht, bei Wegen untergeordneterBedeutung genügt unter Umständen die Aufbringung einer dünnen Kiesschicht.

In dem nassen Untergrund bleiben die Hölzer lange Jahre unversehrt erhalten und ist ein derartiges Verfahren namentlich für Holzabfuhrwege in waldreicher Gegend sehr zu empfehlen. Die Kosten für den Holzrost mögen für das Quadratmeter etwa 0,6 bis 1,0 M. betragen. Weniger solid, aber für einfache Feldwege noch ausreichend, kann statt des Holzrostes eine Lage Faschinen bezeichnet werden. Derartige Anordnungen können unter Umständen sogar angewendet werden, um eine nur für leichteres Fuhrwerk dienende Strafse über Moore wegzuführen.

Ähnliche Wege haben schon die Römer gebaut, die quer liegenden Bohlen wurden an den Enden durch Längsbohlen mit Nadeln verbunden, die Bohlen mit Kies überdeckt.[74])

§ 13. Herstellung der Fufswege, Sommerwege, Reitwege und Radfahrwege.

Wie die Profile der Taf. IV erkennen lassen, liegen vielfach die Fufswege auf gleicher Höhe der Steinbahn. Man begnügt sich gewöhnlich damit, dieselben regelmäfsig zu planieren, eine Befestigung erhalten wie nur ausnahmsweise, wenn Kiesmaterial zu geringen Preisen zur Verfügung steht, das dann in dünner Schicht von 5 bis 10 cm aufgebracht wird (vergl. Abb. 17, Taf. IV).

In Württemberg war es üblich, die Strafsenbankette etwas höher zu legen, als die Fahrbahn; sie bleiben vielfach ohne Befestigung oder erhalten einen Rasensatz, der aber den Fufsgängern keinen bequemen Weg schafft, da die Entwässerung der Steinbahn die Anlage von Rinnen durch die Bankette verlangt, die das Begehen nicht unwesentlich erschweren.

Soll deshalb für den Fufsverkehr besser gesorgt werden, so sind erhöhte Fufswege nicht zu entbehren, welche mit Randsteinen gegen die Strafse abschliefsen und etwa 12 bis 15 cm höher liegen als diese. Wo man auf grofse Sparsamkeit angewiesen

[74]) Merckel, Die Ingenieur-Technik im Altertum. S. 249.

ist, werden die Randsteine durch schräg gestellte Rasen ersetzt, die aber leicht in Unordnung geraten. Als Befestigung des Fufsweges dient eine Schichte Kies und Sand von etwa 10 bis 12 cm Dicke, oder es können als Grundlage Steinabfälle, als Deckschicht feiner Kies angewendet werden. Bei stark begangenen Fufswegen in der Nähe von Städten empfiehlt sich als Decklage feiner Porphyrschotter, der bei Anfertigung von Kleingeschläg mittels Steinbrechmaschinen abfällt. Zur Entwässerung erhalten die Fufswege in Württemberg ein Gefälle von 3 % gegen die Strafse zu (s. Abb. 1 bis 3, Taf. IV, auch Abb. 35, S. 76). Da die erhöhten Fufswege die Entwässerung der Fahrbahn unterbrechen, so sind in Abständen von etwa 20 m eiserne Röhren oder Zementröhren von 0,15 m Weite unter den Fufswegen durchgeführt. Der Fahrstrafsenrand erhält ein Gefälle nach den Röhreneinläufen, auf die Reinhaltung der Kandel und der Röhren selbst ist die gröfste Sorgfalt zu verwenden (s. S. 78).

Diese erhöhten Fufswege sind nur auf einer Seite der Strafse nötig, beiderseitige Fufswege würden die Entwässerung der Strafsen gar zu sehr beeinträchtigen. Auf gewöhnlichen Landstrafsen genügt eine Breite von 1,2 bis 1,5 m (s. Abb. 2 u. 3, Taf. IV), in der Nähe von Städten wird die Breite der Fufswege nach Bedarf auf 2 bis 3 m vergröfsert. Die Randsteine werden etwa 0,25 bis 0,30 m hoch, 10 cm stark aus wetterbeständigen Steinen und soweit sichtbar mit schliefsenden Fugen hergestellt. Bei Klinkerstrafsen dürfen erhöhte Fufswege nicht fehlen, sie sind entweder durch Randsteine aus natürlichen Steinen gebildet oder es werden Klinker verwendet, die auf die hohe Kante gestellt und mit Rasenstücken bedeckt sind (s. Abb. 43 u. 44, S. 101).

Sommerwege und Reitwege erhalten ein Seitengefälle von 4 bis 5 %, eine Befestigung unterbleibt gewöhnlich, höchstens wäre eine dünne Überkiesung angezeigt. Wie schon erwähnt (S. 72), fehlen bei vielen Strafsen die Sommerwege ganz, sie sind nur ein Notbehelf in Gegenden, wo wegen hoher Anschaffungskosten des Strafsenmaterials die Steinbahnen möglichst schmal angelegt werden müssen.

In § 10 ist S. 79 auf die Zweckmäfsigkeit hingewiesen worden, auch auf Landstrafsen Wege für Radfahrer zu bilden. Bei Strafsen, welche mit Reitwegen oder Sommerwegen versehen sind, erscheint es nun möglich, ohne grofse Ausgaben besondere Wegstreifen für diese zu schaffen, so dafs der Radfahrverkehr vollständig vom Fufsgängerverkehr getrennt ist. Es ist ja gewifs allgemein anerkannt, dafs die Radfahrer auf ungeteilter Strafse dem übrigen Verkehr grofse Unannehmlichkeiten verursachen, da bei der geräuschlosen und meist auch viel zu schnellen Bewegung der Radfahrer der Fufsgängerverkehr wesentlich gefährdet erscheint. Ein derartiger Streifen hätte eine Breite von 2,0 bis 2,5 m zu erhalten und eine Befestigung durch 10 bis 12 cm starken Schotter mit abgewalzter Decke von feinem Kies oder Sand. Der Streifen könnte auf der äufseren Seite des Sommerweges angebracht und durch Baumsatz oder Abweissteine von der Fahrstrafse getrennt sein, etwa wie es bei italienischen Strafsen mit den Fufswegen geschieht (s. Abb. 18, Taf. IV). Ob derartige Anordnungen bei Landstrafsen schon ausgeführt oder von Strafsenbauingenieuren befürwortet sind, ist uns nicht bekannt geworden, bezüglich der für städtische Strafsen vorgeschlagenen Anordnungen ist das II. Kapitel zu vergleichen.

Umstehende Abb. 45 enthält einen Vorschlag für die Anbringung eines Radfahrweges auf einer Landstrafse (Vorortstrafse). Die Strafse erhält einen erhöhten Fufsweg von 1,5 m Breite, eine Chaussierung von 6,0 m und neben dieser einen 2,2 m breiten erhöhten Streifen für die Radfahrer, welcher durch schräg liegende Steine von der Fahrbahn getrennt und am Strafsenrand mit einem erhöhten Rasenstreifen begrenzt ist.

Die Entwässerung der Chaussierung hat unter dem Radfahrweg hindurch mittels Röhren zu erfolgen, die schräg liegenden Randsteine sollen ein gefahrloses Herabfahren auf die Fahrbahn ermöglichen. Man könnte auch, wie in Abb. 46 dargestellt ist, den Radfahrstreifen auf die Höhe der Fahrbahn legen und zur Abgrenzung Sicherheitssteine zwischen Radfahrweg und Fahrbahn anbringen. Es entsteht aber hierdurch der Nachteil, dafs die Entwässerung der Chaussierung über den Radfahrweg erfolgen mufs, es werden auch die im Strafsenplanum stehenden Sicherheitssteine Anlafs zum Auffahren der Fuhrwerke bei Nacht abgeben, weshalb die Anordnung der Abb. 45 vorzuziehen sein dürfte. Wollte man zwischen Fahrbahn und Radfahrweg einen Graben anbringen, so würde dies die Breite der Strafse um etwa 1 m vermehren. Jedenfalls hat bei Anwendung derartiger Anordnungen die Ablagerung der Strafsenunterhaltungsmaterialien auf gesonderten Lagerplätzen zu geschehen, was aus den Abbildungen 4 bis 8 der Taf. IV zu ersehen ist.

Abb. 45 u. 46. *Wege für Radfahrer.*

Abb. 45.

Abb. 46.

Gütereinfahrten, wenn solche von Landstrafsen ausgehen, erfordern kleine Brücken (Dohlen oder Röhrendurchlässe) über die Strafsengräben für jeden Güterbesitzer oder zwei nebeneinanderliegende Grundstücke. Diese Dohlen sind eine unangenehme Beigabe, sie führen leicht zur Verschlammung der Gräben, sofern die Dohlen schlecht unterhalten werden und weil sie immer schwer zu reinigen sind. Ein weiterer Übelstand besteht darin, dafs bei nasser Witterung der den Rädern der Fuhrwerke anhängende Ackerboden eine Verunreinigung der Strafsen herbeiführt. Es erscheint deshalb zweckmäfsig, diese Einfahrten möglichst einzuschränken, was dadurch geschehen kann, dafs die Zufahrtswege zu den Grundstücken auf besondere Feldwege verwiesen werden, die an wenigen passenden Stellen von der Landstrafse abzweigen.

Material-Lagerplätze werden am besten aufserhalb der Fahrbahn angebracht (s. oben S. 78). Da wo sie Gräben überdecken, sind Röhren unter ihnen anzubringen. Verschiedene Anordnung solcher Lagerplätze s. Abb. 4 bis 7, Taf. IV.

§ 14. Fahrbahnen der Strafsenbrücken. Für die Unterhaltung der Strafse wird es stets das einfachste sein, wenn die Fahrbahn auf der Brücke dieselbe Ausbildung erhält wie die Fahrbahn auf dem übrigen Teil der Strafse, so dafs eine Unterbrechung oder ein Wechsel des Strafsenoberbaues nicht eintritt. Für Strafsenbrücken wird sie somit meist aus Chaussierung oder Pflaster bestehen. Ganz vermeiden läfst sich aber ein Wechsel insofern nicht, als es sich bei Brücken überhaupt empfiehlt, zum

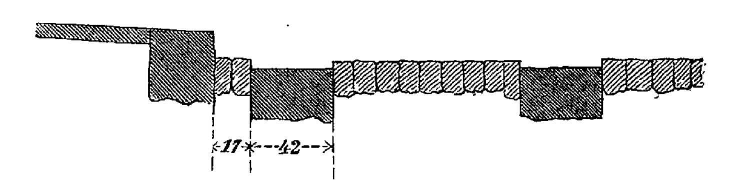
Schutze der Fufsgänger erhöhte Gehwege anzubringen, auch wenn solche auf dem übrigen Teil der Strafse fehlen. Diese erhöhten Fufswege geben auch im weiteren einen Schutz für den Fahrverkehr ab, insofern die Fuhrwerke vom Rand der Brücke, dem Geländer, oder den in die Höhe ragenden Brückenträgern ferngehalten werden können.

1. Fahrbahnen auf steinernen Brücken. Die Verwendung von Chaussierung oder Pflaster unterliegt hier keinem Anstand. Eine Chaussierung auf steinernen Brücken wird bald so fest, dafs sie kein Wasser durchläfst und bildet einen besseren Schutz für die Gewölbe, als alle Abdeckungen des äufseren Wölbrückens mit Beton oder selbst Asphalt. Die Fufswege werden auf der äufseren Seite durch die Gurt-, auf der inneren Seite durch die Randsteine begrenzt, an letztere schliefsen sich auf Seite der Fahrbahn Rinnsteine, die zum Abführen des Wassers der Fahrbahn dienen, und die das Wasser mit entsprechendem Gefäll Röhren zuleiten, welche zur Gewölbestirn führen oder das Gewölbe im Scheitel durchdringen. Die Fufswege selbst können mit Platten, Asphalt, Tonplättchen u. dergl. abgedeckt sein, wie bei städtischen Strafsen, mit geringem Gefäll ($1^1/_2$ bis $2^0/_0$) gegen die Randsteine. Die Abb. 2 u. 3, Taf. VI zeigen eine solche Anordnung (Brücke über die Murg bei Huzenbach, gebaut 1892).

Bei den in neuerer Zeit so beliebten Betonbrücken werden meist die Fufswege aus Betonquadern gebildet. Bei der in Abb. 1, Taf. VI dargestellten Fahrbahn der Brücke in Munderkingen (Spannweite 50 m, Pfeilhöhe 5 m, Erbauer Oberbaurat Wilhelm Leibbrand) kragen die Fufswege 0,55 m über die Gewölbestirn vor und sind durch Konsolen aus Betonquadern unterstützt. Randsteine und Rinnsteine bestehen ebenfalls aus Betonquadern, die Fahrbahn ist chaussiert.

Auf Brücken mit sehr starkem Verkehr empfiehlt sich die Anwendung von Laufbahnen aus Quadern oder dicken Steinplatten von etwa 40 bis 70 cm Breite, welche in einer der Spurweite der Wagen entsprechenden Entfernung etwas vertieft gelegt sind und gewöhnliches Pflaster zwischen sich fassen. Es sind deren zwei anzubringen, welche je zunächst den Randsteinen des Gehweges angebracht sind, so dafs für das schwere Fuhrwerk genau vorgeschriebene Fahrbahnen gebildet werden, und die Mitte der Brückenbahn für leichtes, schnell fahrendes Fuhrwerk frei bleibt (s. Abb. 47). Anordnungen dieser Art finden sich mehrfach auf Brücken englischer Städte; auf der Westminster-Brücke in London sind die Laufbahnen aus 20 mm starken Schmiedeisenplatten gebildet, welche auf Langhölzern aufgeschraubt sind.

Abb. 47. *Brückenfahrbahn in Glasgow.*



2. Fahrbahnen auf Holzbrücken. Hier ist eine chaussierte Fahrbahn ebenso leicht durchführbar, wie bei Steinbrücken, als Unterlage dient eine Lage von Dielen oder bei gröfserer Entfernung der Unterzüge beschlagene Hölzer von annähernd gleicher Breite und Dicke (sogenannte Flecklinge), deren Stärke je nach der Entfernung der unterstützenden Balkenlagen 0,06 bis 0,15 m beträgt. Rauhkantig beschlagene Flecklinge eignen sich besser als Dielen, da die Schotterlage sich besser mit ihnen verbindet. Es ist indessen bei Holzbrücken nicht auf grofse Dichtigkeit der Schotterlage zu rechnen, da die Holzunterlage nachgibt und der Schotter sich leicht losrüttelt. Als Dicke der Schotterlage sind etwa 0,20 m anzunehmen, eine gröfsere Dicke verbietet sich durch das beträchtliche Gewicht, das eine ziemliche Verstärkung der Holzkonstruktion verlangt.

Eine makadamisierte Fahrbahn kann zwar geringere Stärke erhalten, fährt sich aber auf der Holzunterlage schwerer fest. Seitlich wird der Schotter durch eine Saumschwelle von 20/15 **cm** Stärke gefafst (vergl. Abb. 10, Taf. VI); wenn ein erhöhter Fufsweg vorhanden ist, so sind Öffnungen für den Abflufs des Wassers freizulassen.

Häufig wird die Fahrbahn aus Dielen gebildet, die Brückenkonstruktion kann hier möglichst leicht gehalten werden, weil das Schottergewicht (360 bis 450 **kg** f. d. **qm**) wegfällt, dagegen erfordert die Brückenbahn gröfsere Unterhaltungskosten, da bei einigermafsen lebhaftem Verkehr die Dielen sich rasch durchfahren. Man vermindert die Unterhaltungskosten dadurch, dafs man zwei Dielenlagen aufeinander legt und je nur die obere erneuert. Es gestattet dies auch in allen Fällen, die oberen Dielen senkrecht zur Brückenachse zu legen, was ihre Abnutzung vermindert (vergl. Abb. 9, Taf. VI). Sehr zweckmäfsig erscheint in diesem Fall die Anordnung, die Dielen nicht der ganzen Breite der Fahrbahn nach durchgehen zu lassen, sondern für die Mitte, die am meisten der Abnutzung unterworfen ist, eine besondere Dielenbahn zu legen. Die untere Dielenreihe ist mit Zwischenräumen von 1 bis 2 **cm** zu legen, um das Regenwasser besser durchzulassen und dürfte sich für diese Dielenlage eine Imprägnierung empfehlen. Dicke der Dielen: untere Lage 6 bis 10 **cm**, obere 5 **cm**.

Um das Hereinschleppen von Schotter auf die Dielenbahn, wodurch hauptsächlich die rasche Abnutzung der Dielen bewirkt wird, zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Chaussierung nicht unmittelbar an die Brücke anzuschliefsen, sondern eine Strecke von mindestens 10 **m** Länge an beiden Enden der Brücken mit Pflasterung zu versehen.

Hölzerne Brücken für Staatsstrafsen werden als Neubauten wohl nicht mehr ausgeführt, wohl aber für untergeordnete Strafsen, auch werden aus früheren Zeiten vorhandene Holzkonstruktionen sich noch längere Zeit erhalten. Eine Schotterbahn wird wegen gröfserer Dauer und einfacherer Unterhaltung vor der Dielenbahn den Vorzug verdienen.

3. **Fahrbahnen auf eisernen Brücken.** Hier treten die Nachteile der Beweglichkeit des Brückenunterbaues nicht so sehr hervor, wie bei Holzbrücken; man kann ganz gut eine Chaussierung oder Pflasterung der Fahrbahn durchführen.

a) Backsteingewölbe bilden die beste Unterlage für die Chaussierung, welche zwischen die Quer- oder Längsträger (womöglich zwischen erstere) eingesprengt sind. Als lichte Weite der Gewölbe empfiehlt sich ein Mafs von 0,75 bis 1,20 **m**, wobei eine Pfeilhöhe von $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ der Weite, eine Stärke des Gewölbes von $^1/_2$ Stein erforderlich ist. Gewölbe von 1 **m** und mehr Weite sollten am Widerlager eine Stärke von 1 Stein erhalten. Als Gewölbeanfänger dienen besondere Formsteine, die an die I-Träger sich anschliefsen (s. Abb. 4 u. 5, Taf. VI). Die Gewölbe liegen am besten senkrecht zur Brückenachse, es setzt dies aber voraus, dafs Querträger vorhanden sind. Die Gewölbe ersetzen dann die sonstigen Längen- oder Schwellenträger, der Gewölbeschub ist jedoch durch besondere Anker aufzunehmen, die jedenfalls am letzten Felde nicht fehlen dürfen. Am besten ist es, wenn sowohl die obere, als untere Flansche des das Widerlager bildenden I-Trägers durch Anker verbunden sind, unter Umständen können aber auch Flacheisen oder Winkeleisen genügen, die unter dem Gewölbeauflager durchgehen. Bei Brücken kleiner Spannweite, die nur aus Längsträgern bestehen, kann man die Gewölbe zwischen den Längsträgern, somit gleichlaufend zur Brückenachse anlegen; Anker müssen dann in Entfernungen von 0,8 bis 1,0 **m** je nach der Stärke der Längsträger durch die ganze Brückenbreite durchgehen.

Der Gewölberücken ist mittels Beton abzugleichen, auf welchen dann die Chaussierung zu liegen kommt (s. Abb. 4 u. 5, Taf. VI). An Stelle der Backsteine kann auch Beton treten, unter Beibehaltung der Gewölbeform. Das Gewicht des Quadratmeters Fahrbahn beträgt etwa:

1 qm Gewölbe 12 cm dick	215 kg
1 qm Beton vergl. 0,08 m dick . . .	160 kg
1 qm Chaussierung 0,2 m dick . . .	400 kg
	775 kg

b) Zoreseisen, die am zweckmäfsigsten senkrecht zur Brückenachse gelegt werden, ergeben eine dem Wesen der Eisenkonstruktionen besser angepafste Anordnung. Bei kleineren Spannweiten kann man sie unmittelbar auf die Längsträger auflegen, grofse Brücken erfordern aber ein ausgebildetes Netz von Quer- und Längsträgern. Man legt die Zoreseisen entweder dicht zusammen oder mit geringen Zwischenräumen von 4 bis 5 cm und überdeckt diese durch flachgelegte Backsteine (vergl. Abb. 13, Taf. VI) oder durch Vorlagsteine (Abb. 14).

Die angewendeten Zoreseisen haben ein Gewicht von etwa 14,0 bis 20 kg f. d. lfd. m, das Tragvermögen ist verhältnismäfsig gering (Widerstandsmoment etwa 40 bis 80); wenn man deshalb eine Radbelastung von 2500 kg annimmt, auf die man doch immer wird rechnen müssen, so könnte ein Zoreseisen mit einem Widerstandsmoment von 80, bei einer zulässigen Inanspruchnahme von 600 kg f. d. qcm, nur 0,80 m weit freigelegt werden, weil streng genommen nur je eines der Zoreseisen tragend wirkt, wenn ein Rad darüber steht.

Man findet gleichwohl solche Zoreseisen auf Weiten bis zu 2,00 m angewendet, indem man darauf rechnet, dafs durch den Schotter das Radgewicht sich auf mehrere derselben verteilt; sicherer erreicht man dies durch kräftige Winkeleisen, die in der Mitte der Weite unter die Zoreseisen genietet werden, wodurch man etwa drei derselben als tragend annehmen kann (vergl. Abb. 15 u. 16, Taf. VI).

Auf die Zoreseisen kann zunächst zur Ausfüllung der Zwickel zwischen denselben eine Betonschicht aufgebracht werden, und auf diese der Schotter, es erscheint aber zweckmäfsiger, die Zwickel durch Steinbrocken auszufüllen, damit das durch die Chaussierung durchdringende Wasser leichten Abflufs findet. Die Dicke des Schotters sucht man möglichst zu beschränken, weil jede Vermehrung der Abmessungen eine starke Gewichtsvermehrung für die Eisenkonstruktion bedingt. Bei Brücken mit schwachem leichten Verkehr (unter 10 t Wagengewicht) wird am Strafsenrand ein Mindestmafs der Dicke von 6 cm, in der Mitte der Strafse von etwa 10 cm über der Oberkante der Zoreseisen als Schotterdicke anzunehmen sein, für Strafsen mit schwerem Fuhrwerk 10 bezw. 20 cm, so dafs als mittlere Dicke mit Rücksicht auf die Strafsenwölbung und die Ausfüllung der Zwickel zwischen den Zoreseisen für leichten Verkehr wenigstens 12 cm, für schwèren Verkehr 20 cm als mittlere Schotterdicke anzunehmen sind.

Die Abb. 20 u. 22, Taf. VI stellen Beispiele der Anwendung von Zoreseisen dar. Bei ersterer (Schwarzwasser-Viadukt bei Bern) liegen die Zoreseisen quer zur Strafse, bei letzterer (Brücke in Heidenheim) gleichgerichtet mit der Strafsenachse. Die erstgenannte Anordnung bewirkt eine günstigere Verteilung der Radlast auf mehrere Zoreseisen und deshalb geringere Beweglichkeit der Fahrbahn, erfordert aber meist gröfsere Konstruktionshöhe, als die zweite Anordnung.

Hiernach betragen die Gewichte der Fahrbahn mit Zoreseisen und Chaussierung etwa:

	leichter Verkehr	schwerer Verkehr
Zoreseisen	55	70
Schotter	240	400
Summa . .	295	470

Falls eine Betonschicht auf die Zoreseisen aufgebracht wird, sind für Beton noch 230 **kg** zuzuschlagen. Nach Einführung der Normalprofile für Walzeisen wird man vorzugsweise die Profile 9 und 11 mit 13,8 bezw. 18,6 **kg** Gewicht und 43,8 bezw. 76,2 Widerstandsmoment für Fahrbahnen in Anwendung bringen, für Fufswege Profil $7^1/_2$ mit 10,3 **kg** Gewicht und 48,3 Widerstandsmoment.

c) Gufsplatten, Buckelplatten und Wellblech sind aufser den Zoreseisen noch anzuführen, welche ebenso die Anwendung einer Chaussierung oder Pflasterung gestatten. Gufsplatten sind sehr schwer, widerstehen nicht genügend den Stofswirkungen der Fahrzeuge, und sind deshalb nicht zu empfehlen. Sie werden wohl schwerlich mehr angewendet, nachdem durch die Zoreseisen ein voller Ersatz gefunden ist.

Buckelplatten sind leichter als Gufsplatten, sie erfordern aber wie diese ein vollständiges Netz von Längs- und Querträgern, da sie ringsum befestigt werden müssen, wenn sie Tragfähigkeit besitzen sollen. Man verwendet sie in Stücken von 1,0 bis 1,5 **m** Länge und Breite mit einem Gewicht von 50 bis 80 **kg** f. d. **qm**; die Wölbung am besten nach unten gerichtet, damit etwa durchsickerndes Wasser leichter abgeleitet werden kann. Ähnlich den Buckelplatten sind Blechschalen mit nach unten gerichtetem Scheitel. Diese Blechkonstruktion bietet so wenig wie die Buckelplatten Vorteile vor den Zoreseisen, sie rostet leicht bei geringer Blechstärke. Bei der Tegethoff-Brücke in Wien sind solche Schalen verwendet, darüber Beton zur Ausgleichung, und gepflasterte Fahrbahn (s. Abb. 19, Taf. VI); das Wasser dringt aber an manchen Stellen durch, auch durch die Vernietungen an den Längsträgern.

Wellblech wird wohl in neuerer Zeit selten mehr angewendet; es hat den grofsen Mangel, dafs der Wasserabflufs gehemmt oder unmöglich ist, und dafs leicht ein Durchrosten der unteren Welle erfolgt, auch wenn die Blechdicke nicht zu gering genommen worden ist. Seine Anwendung wird etwa noch für Fufswege angezeigt sein, wenn man auf das Wellblech eine Betonschicht anbringt und die Fufswege mit Asphalt befestigt, so dafs ein Eindringen des Wassers unmöglich wird.

Die eben genannten Ausführungsweisen erfordern zur Ausgleichung und als Unterlage für den Schotter oder die Pflasterbahn eine Schicht von Grobgeschläg oder Beton; ersteres dürfte vollständig genügen, da bei Beton auf vollständige Wasserdichtigkeit doch nicht zu rechnen ist. Der hohe Preis eiserner Abdeckung der tragenden Konstruktion wird in vielen Fällen darauf führen, sie durch Holzunterlage zu ersetzen (vergl. Abb. 8, Taf. VI). Es liegt dann der bei Holzbrücken besprochene Fall vor, die Chaussierung auf Dielen oder Flecklingsbelag aufzubringen. Diese Flecklinge dauern bei guter Erhaltung der Chaussierung immerhin 10 Jahre, es darf aber an genügender Aufsicht nicht fehlen, damit nicht schadhafte Stellen plötzlich durchbrechen und Anlafs zur Beschädigung der Fahrzeuge sowohl als der Brückenkonstruktion geben. Gewicht der Fahrbahnbefestigung:

10 **cm** starke Flecklinge	70 **kg**
20 **cm** starker Schotter	400 „
	470 **kg**

Alle diese Anordnungen mit Chaussierung zeigen ein grofses Eigengewicht, das einen sehr wesentlichen Bestandteil der Brückenbelastung überhaupt ausmacht. Wir haben, wie oben berechnet, Eigengewichte von 470 bis 775 **kg** f. d. **qm**, denen als Verkehrslast (zufällige Last) die gewöhnlich in Rechnung gestellten 400 **kg** f. d. **qm** für Menschengedränge gegenüberstehen. Es vermehrt sich deshalb durch Anwendung einer Chaussierung das Eigengewicht der Brücke bedeutend, da nahezu (wenigstens für die Hauptträger) das Eisengewicht im gleichen Verhältnis zur Gesamtbelastung wächst. Wenn es sich deshalb um Herstellung von wohlfeilen Eisenkonstruktionen handelt, so wird man entweder den Vorteil, den eine Chaussierung bietet, aufgeben müssen und zum Dielenbelag zurückgreifen, oder es mufs die Dicke der Chaussierung auf ein Mindestmafs gebracht werden.

Wie oben berechnet, kann bei Anwendung von Schotter sein Gewicht im äufsersten Fall bis auf etwa 200 **kg** vermindert werden; Versuche, die gemacht worden sind, den Schotter durch eine schwache Betondecke zu ersetzen, haben für die Fahrbahn zu nicht guten Erfahrungen geführt, der Beton nützt sich rasch ab und ist schwer auszubessern.

Bei Brücken grofser Spannweite kann es unter Umständen zweckmäfsiger sein, die Chaussierung ganz wegzulassen und die Fahrbahn einfach aus Dielen zu bilden, da die an Eisengewicht erzielte Ersparnis die gröfseren Unterhaltungskosten mehr als aufwiegt, ebenso häufig wird man aber die Mehrkosten einer chaussierten Brücke nicht scheuen, um die durch Unterhaltung der Dielenbahn entstehenden Verkehrsstörungen zu vermeiden.

Ein Beispiel einer Brücke mit Dielenbelag zeigt die Rheinbrücke bei Mannheim (Abb. 6 u. 7, Taf. VI), ebenso die Brücke über die Alle (Abb. 11 u. 12).

Für Brücken mit starkem und schwerem Verkehr, die allerdings mehr bei städtischen Strafsen, als bei Landstrafsen vorkommen werden, ist Holz oder Chaussierung nicht mehr zweckmäfsig und wird zur Pflasterung überzugehen sein. Die Anwendung von Steinpflaster hat auf steinernen Brücken keine Schwierigkeit, erfordert auch keine besondere Anordnung der Brücke, da das Pflaster sich ungezwungen an die Strafsenkandel anschliefst. Bei eisernen Brücken dagegen ist Steinpflaster wegen seines grofsen Gewichtes nicht zu empfehlen, man wird deshalb hier seine Zuflucht zu Asphalt auf Betonunterlage oder zu Holzpflaster auf Beton zu nehmen haben.

Die Vorzüge einer Asphaltstrafse für starken Verkehr sollen später bei städtischen Strafsen besprochen werden, ihre Anwendung auf Brücken zwischen chaussierten Strafsenstrecken empfiehlt sich aber deshalb nicht besonders, weil zuviel Strafsenabfälle auf die Brücke hereingetragen werden, die eine rasche Abnutzung des Asphaltes herbeiführen. Dieser Umstand fällt weg, wenn die anliegenden Strafsen gepflastert sind. Wohlfeiler ist aber eine Brücke mit Asphaltbahn jedenfalls nicht; der Asphalt verlangt eine feste, nicht nachgebende Unterlage, also womöglich Gewölbe mit daraufliegendem Beton, oder Buckelplatten mit solchem; Zoreseisen erfordern wegen ihrer Beweglichkeit schon eine starke Betonschicht. Durch die gröfsere Dicke des Betons wird das Mindergewicht gegenüber Schotter nahezu wieder ausgeglichen und die Brücke kaum leichter, als eine mit Chaussierung oder Pflasterung versehene.

Bei der eisernen Bogenbrücke über den Main in Frankfurt beträgt das Gewicht der Fahrbahn[75]) f. d. **qm**

---

[75]) Der Stampfasphalt hat sich hier übrigens sehr schlecht gehalten, die Bewegung der Eisenkonstruktion hat Risse und Blasen in dem Asphaltbelag verursacht, so dafs er entfernt und durch Pflaster ersetzt

Zoreseisen $\frac{100}{24} = 4{,}16$ Stück zu 17,5 kg	72,8 kg
Beton vergl. 25 cm dick	450,0 „
Asphalt 5 cm dick	55,0 „
	577,8 kg

Eine weniger schwere Anordnung der Fahrbahn bei städtischen Brücken läfst sich durch Anwendung von Holzpflaster erreichen. Dieses bedarf als Unterlage einer Lage Flecklinge oder Halbhölzer mit daraufliegendem Dielenbelag oder eines Betonbelages zur Erreichung einer vollständig ebenen Fläche für das Holzpflaster. Letzteres besteht aus Tannenholz (oder Eichenholz), über Hirn gestellt in Stücken von etwa 15 bis 20 cm Länge, 10 cm Breite und 15 cm Höhe. Das Gewicht f. d. qm beträgt etwa 200 bis 250 kg, also nur halb soviel als Schotter mit Holzunterlage. Wohlfeil ist indessen diese Ausführungsweise ebenfalls nicht, weder bezüglich der Anschaffung noch der Unterhaltung. Für Brücken aufserhalb bewohnter Orte zwischen chaussierten Strafsenstrecken wird die Anordnung keine besonderen Vorteile bieten.

Bei der Kaiserbrücke in Bremen (vergl. Abb. 17 u. 18, Taf. VI) ist solches Holzpflaster angewendet und beträgt das Gewicht der Fahrbahn:

0,7 qm eichene Träger 15 cm dick	70 kg
1,0 „ Dielenbelag Eichenholz, 7 cm dick . . .	49 „
1,0 „ Holzpflaster Eichenholz, 15 cm dick . .	105 „
	224 kg

Die Anwendung eines Holzpflasters auf Betonunterlage zeigt die im Jahre 1893 erbaute Karlsbrücke über den Neckar bei Stuttgart[76]) (s. Abb. 21 u. 21[a], Taf. VI). Die Konstruktion ist insofern besser, als die der Brücke in Bremen, als das Holzpflaster auf Zoreseisen mit Betonzwischenlage verlegt ist; die Zoreseisen sind in der Richtung der Brückenachse angebracht, das Holzpflaster besteht aus imprägniertem Tannenholz, das nur etwa 8 Jahre lang (bei einem Verkehr von rund 2500 Zugtieren f. d. Tag) gehalten hat, die Abnutzung war sehr stark, namentlich an den Anschlüssen an die gewöhnliche Strafsenchaussierung. Jetzt ist das Tannenholz durch Blöcke aus australischen Hölzern ersetzt, welche eine längere Dauer versprechen.

Tabelle XIII.

Kosten der Fahrbahn eiserner Brücken bei verschiedener Ausführung.

Ausführung der Fahrbahn	Fahrbahngewicht ausschliefslich der Eisenkonstruktion	Kosten der Fahrbahn f. d. qm (bei 1 bis 3 einschl. Chaussierung)		
		Anlagekosten	kapitalisierte Unterhaltung	Summe
	kg	M.	M.	M.
1. Backsteingewölbe zwischen den Querträgern . . .	775	8,70	4,20	12,9
2. Chaussierung auf Zoreseisen (schwerer Verkehr) .	685	17,40	4,20	21,6
3. Chaussierung auf 0,1 m starker Holzunterlage . .	470	7,0	13,0	20,0
4. Fahrbahn ganz aus Holz	84	6,0	16,5	22,5
5. Asphalt auf Beton und Zoreseisen	578	30,0	12,6	42,6
6. Holzpflaster auf Holzunterlage	224	23,5	48,8	72,3

werden mufste. Versuche mit Asphaltplatten auf Brücken s. Deutsche Bauz. 1883, S. 280. Die damit gemachten Erfahrungen sind nicht ermutigend.

[76]) Berlin, Ernst & Korn 1895.

In Tabelle XIII sind die Gewichte der Fahrbahnen eiserner Brücken mit Ausschlufs der tragenden Eisenkonstruktion übersichtlich zusammengestellt, ebenso die Kosten f. d. qm in einer besonderen Spalte, ferner noch die Kosten unter Zurechnung der kapitalisierten Unterhaltungskosten, wobei für Dielenbelag für die oberen Dielen eine Dauer von 3 Jahren, für die unteren von 10 Jahren angenommen ist; die Gesamtkosten für einen Dielenbelag stellen sich hiernach ziemlich hoch, dagegen ist zu bemerken, dafs die Eisenkonstruktion um so viel leichter und wohlfeiler wird.

4. Fufswege. Die Ausbildung der Fufswege auf eisernen Brücken kann in mannigfaltigster Weise erfolgen, hängt aber zumeist von der allgemeinen Anordnung der Brücke ab. Wenn die Fufswege innerhalb der Hauptträger der Brücke angebracht sind, so wird ihre Unterstützung derjenigen der Fahrbahn anzupassen sein, liegen aber die Fufswege aufserhalb auf Konsolen oder dergleichen, so wird man ihre Abdeckung möglichst leicht halten, und tritt hier das Holz in seine Rechte, weil ein Dielenbelag für die Fufswege bei weitem nicht die Nachteile bietet, wie bei der Fahrbahn. Statt des Holzes können auch dünne Gufsplatten oder Bleche mit gegriffelter Oberfläche mit Vorteil verwendet werden.

Weitere empfehlenswerte Materialien sind Asphalt von 2 bis 3 **cm** Dicke auf Holz oder besser auf Beton von 5 bis 10 **cm** Stärke, auch gebrannte Tonplättchen auf Beton, letztere beiden Anordnungen vorzugsweise bei städtischen Brücken. Die Abb. 5, 17 u. 21, Taf. VI geben einige Anordnungen dieser Art.

Einige Schwierigkeit bietet häufig die Abgrenzung der Fufswege gegen die Fahrbahn. Als einfachste Anordnung erscheinen Randsteine wie bei städtischen Strafsen (s. Kap. II, § 9) die sich auch bei Eisenkonstruktionen anwenden lassen (vergl. Abb. 5 u. 21, Taf. VI), indem dabei das Querprofil der Strafse auf der Brücke sich am einfachsten an dasjenige der Strafse anschliefst. Häufig werden aber die Fufswegbegrenzungen aus Formeisen gebildet, die eine leichte Verbindung mit dem eisernen Brückenunterbau zulassen (s. Abb. 17, Taf. VI). Es ist aber nicht zu übersehen, dafs diese Fufswegleisten viel Eisenmaterial erfordern, das zur Tragfähigkeit der Brücke nicht beiträgt.

5. Belastung der Strafsenbrücken durch zufällige Lasten. Die Anordnung der Haupt- und Zwischenträger einer Brücke, die Festigkeitsberechnung ihrer einzelnen Teile ist Sache des Brückenbaues, es wird aber nötig sein, hier festzustellen, welche Belastungen für die Brücken verschiedener Arten von Strafsen anzunehmen sind.

a) Brücken für Staatsstrafsen und Vizinalstrafsen sind für Belastungen durch Dampfwalzen von 14 bis 20 **t** Gewicht zu berechnen, da in neuerer Zeit auch Vizinalstrafsen mit Dampfwalzen gedichtet werden. Es genügt die Belastung durch eine Dampfwalze, da zwei Walzen nie eine Brücke gleichzeitig befahren. Die Belastung durch eine Dampfwalze kommt namentlich für Quer- und Längsträger in Betracht, bei kleinen Brücken bis zu etwa 15 **m** Spannweite wird aber die Dampfwalze auch für einzelne Teile der Hauptträger gröfsere Beanspruchungen hervorrufen, als eine gleichförmige Belastung durch Menschengedränge. Bei Brücken gröfserer Breite kann der Sicherheit halber neben der Walze noch eine Belastung durch Menschengedränge angenommen werden, bei Fahrbahnen unter 5 **m** Breite ist dies unnötig, es kann neben einer Strafsenwalze kein Menschenstrom sich bewegen.

Die Hauptträger der Brücken werden in der Regel berechnet unter Annahme einer gleichförmigen Belastung der Fahrbahn oder der Fufswege durch Menschengedränge, das bei Brücken für gewöhnliche Strafsen zu 400 **kg** für das Quadrat-

meter, bei solchen in der Nähe von Städten zu 500 **kg** anzunehmen ist. Nur bei kleinen Brücken (s. oben) ist auch die Inanspruchnahme durch Einzellasten zu untersuchen.

Das Eigengewicht der Brücken setzt sich zusammen aus dem Gewicht der Fahrbahn, das aus der Tabelle XIII zu entnehmen ist und dem Gewicht der tragenden Konstruktion, das bei eisernen Brücken für das Quadratmeter nach der Formel:

$$q = 6{,}3\,l + 100\ \mathbf{kg}$$

berechnet werden kann, wobei Chaussierung und Belastung durch Dampfwalzen angenommen ist. Wenn dann nach genauer Berechnung sich gröfsere Abweichungen ergeben, so ist die statische Berechnung nochmals durchzuführen.

b) Feldwegbrücken. Brücken, welche in Strafsenzügen liegen, die nicht von Strafsenwalzen befahren werden, wie Feldwege, Waldwege, untergeordnete Ortsverbindungen u. s. w., so sind sie für das Gewicht der ortsüblichen Strafsenfuhrwerke zu berechnen. Nach Tabelle IV (S. 19) hat Erntefuhrwerk ein gröfstes Gewicht von 4 **t**, Langholzfuhrwerk und Steinfuhrwerk etwa 5 **t**; es dürfte deshalb genügen, 5 bis höchstens 6 **t** als Wagengewicht zugrunde zu legen und hiernach die Fahrbahnträger zu berechnen. Als gleichförmig verteilte Last für Berechnung der Hauptträger genügen jedenfalls 400 **kg** auf das Quadratmeter.[77]) Die Berechnung erfolgt dann in ähnlicher Weise, wie oben angegeben, für das Eigengewicht eiserner Brücken genügt es, $q = 5\,l + 100$ **kg** für das Quadratmeter, bei Anwendung von Dielenbelag statt Chaussierung $q = 3{,}5\,l + 100$ **kg** anzunehmen. Brückengeländer sind für einen Seitendruck von 40 bis 100 **kg** zu berechnen.

§ 15. Nebenanlagen und Baukosten der Landstrafsen.

1. **Abteilungszeichen** sind erforderlich zur Erleichterung des technischen Unterhaltungsbetriebes, zur Bequemlichkeit der Fuhrwerke (Posten) und des reisenden Publikums. Nach Einführung des Metermafses in Deutschland sind zunächst Kilometersteine in Abständen von 1 **km** angebracht worden, aufserdem noch Nummersteine, in Abständen von 100 zu 100 **m**. Die Kilometersteine bestehen aus regelmäfsig behauenen Steinen, die am Rande der Strafse senkrecht zur Strafsenachse aufgestellt sind und auf der vorderen Seite den Abstand von einem Nullpunkt (der Hauptstadt oder der Einmündung in eine Hauptstrafse) in vertieft eingehauener Schrift tragen, auf den Seiten gewöhnlich den Abstand von den nächstgelegenen gröfseren Orten enthalten. Die Zweckmäfsigkeit solcher Kilometersteine weifs der zu würdigen, welcher häufig Fufsreisen unternimmt. Die Nummersteine sind meist nur mit den Zahlen 1 bis 9 bezeichnet. Die Abb. 48 u. 49 geben die Anordnung auf französischen Strafsen, von welcher die auf deutschen wenig abweichen. Die russischen Poststrafsen haben hölzerne Pfähle in Abständen von 1 Werst = 1,16 **km**, welche auf der einen Seite den Abstand von der nächstgelegenen Ausgangsstation, auf der anderen von der nächsten Ankunftsstation zeigen. Einen Kilometerstein der Strafse am Comer-See zeigt Abb. 50; die in Württemberg verwendeten Kilometer- und Nummersteine sind aus Abb. 51 u. 52 ersichtlich.[78])

---

[77]) In der Württ. Ministerialverfügung vom Jahr 1894 sind für derartige Brücken schwerste Wagen von 12 t vorgeschrieben. Für die Gehwege sind bei Brücken unter 20 m Spannweite 400 kg, für gröfsere 360 kg für das Quadratmeter zu berechnen.

[78]) Auch die römischen Strafsen waren schon durch Meilensteine eingeteilt (Gröfse einer Meile 1482 m), auf den Steinen war die Entfernung von der Hauptstadt angebracht und der Name des Erbauers der Strafse (s. Merckel, Ingenieur-Technik des Altertums, S. 256).

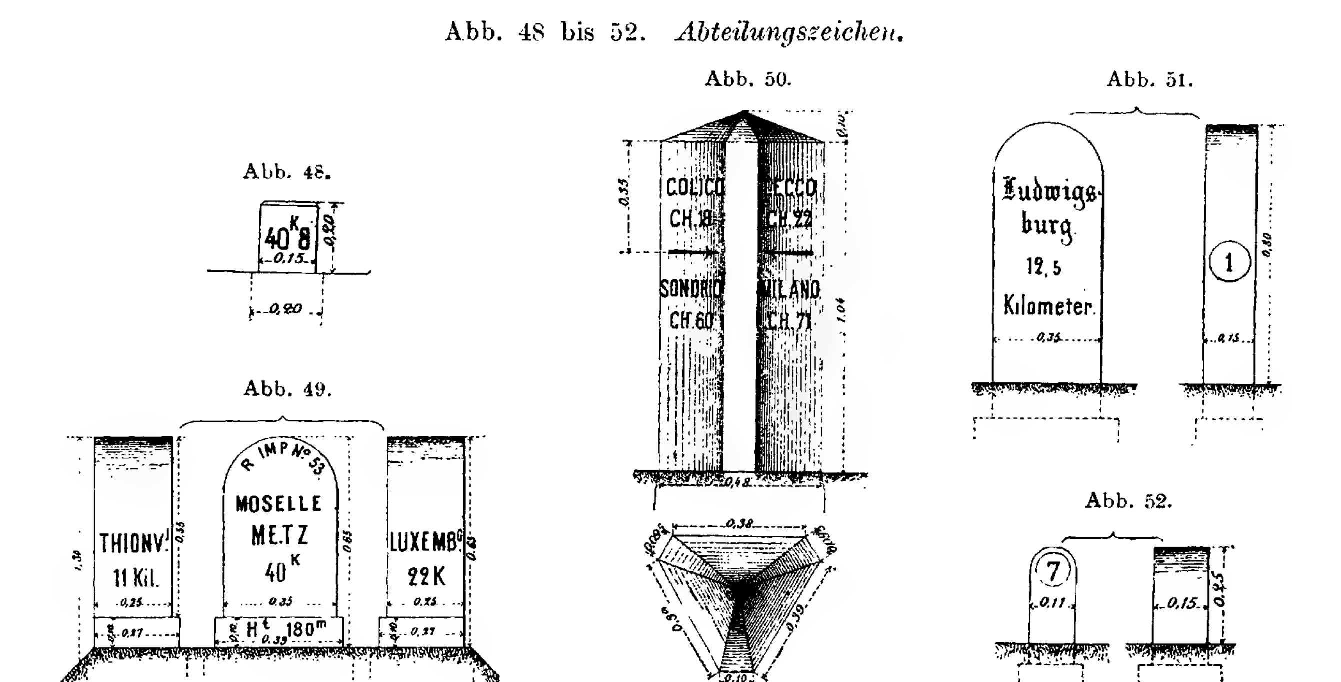


Abb. 48 bis 52. *Abteilungszeichen.*

Abb. 48. Abb. 49. Abb. 50. Abb. 51. Abb. 52.

2. Marksteine. Das Strafsengelände ist gegen die anliegenden Grundstücke durch Marksteine abzugrenzen. Es sind zum Strafsengelände Gräben und Böschungen zuzuziehen, weil beim Neubau von Strafsen diese Flächen ebenfalls miterworben werden müssen. In der Schweiz wird dies gewöhnlich dadurch umgangen, dafs der Eigentümer für die zu Böschungen verwendeten Flächen eine Minderwertsentschädigung erhält und die Böschungen in seinem Eigentum verbleiben, die Marksteine werden dann in einem Abstand von nur 0,9 **m** vom Strafsenrand gesetzt, um den Strafsengraben zur Strafse zu ziehen. Diese Anordnung hat den Vorteil, dafs nicht Flächen bei der Strafse verbleiben, die die Strafsenverwaltung nicht gehörig ausnutzen kann, dagegen wieder den grofsen Nachteil, dafs die Böschungen mangelhaft unterhalten werden und bei Wiederherstellung von Rutschungen oder sonstigen Beschädigungen fremdes Eigentum berührt werden mufs.[79]) Als Marksteine verwendet man Steine, welche soweit sichtbar, regelmäfsig bearbeitet sind, entweder glatt oder mit eingehauenen Buchstaben versehen, um sie als Bestandteile der Strafse zu bezeichnen.

3. Wegweiser dürfen an keiner Strafsenabzweigung fehlen. Es sind meist Pfosten, oben mit Armen versehen, welche die Namen der nächsten Orte, unter Umständen auch deren Entfernung in Kilometern angeben. Die früher gebräuchlichen hölzernen Wegweiser werden gegenwärtig durch gefälligere, dauerhaftere eiserne ersetzt. Die Tafeln bestehen aus Gufs und erhalten erhabene Buchstaben schwarz auf weifsem Grunde. Da und dort findet man auch Steinsäulen mit eingehauener Schrift, in gebirgiger steinreicher Gegend auch Felsblöcke mit Aufschrift versehen. Die Abb. 53 zeigt einen Wegweiser nach württembergischem Muster aus Gufseisen.

Die Ortstafeln dienen zur Bezeichnung der an der Strafse liegenden Ortschaften, die Oberamtsgrenzpfähle bezeichnen die Grenzen der Regierungsbezirke, ferner die Hoheitsstöcke die Landesgrenzen. Beispiele solcher Tafeln zeigen die Abb. 54 bis 56, teils in Eisen, teils in Holz ausgeführt gedacht. Bei Anwendung der letzteren sind die zur Bedeckung des Hirnholzes der Pfosten angewendeten Gufskapitäle sehr zweckmäfsig.

---

[79]) Bei städtischen Strafsen bleiben selbstverständlich die bei Anlage neuer Strafsen entstehenden Böschungen im Eigentum der Grundbesitzer, da bei Ausführung der Gebäude die Böschungen wieder wegfallen.

Abb. 54 bis 56. *Orts- und Hoheitstafeln.*

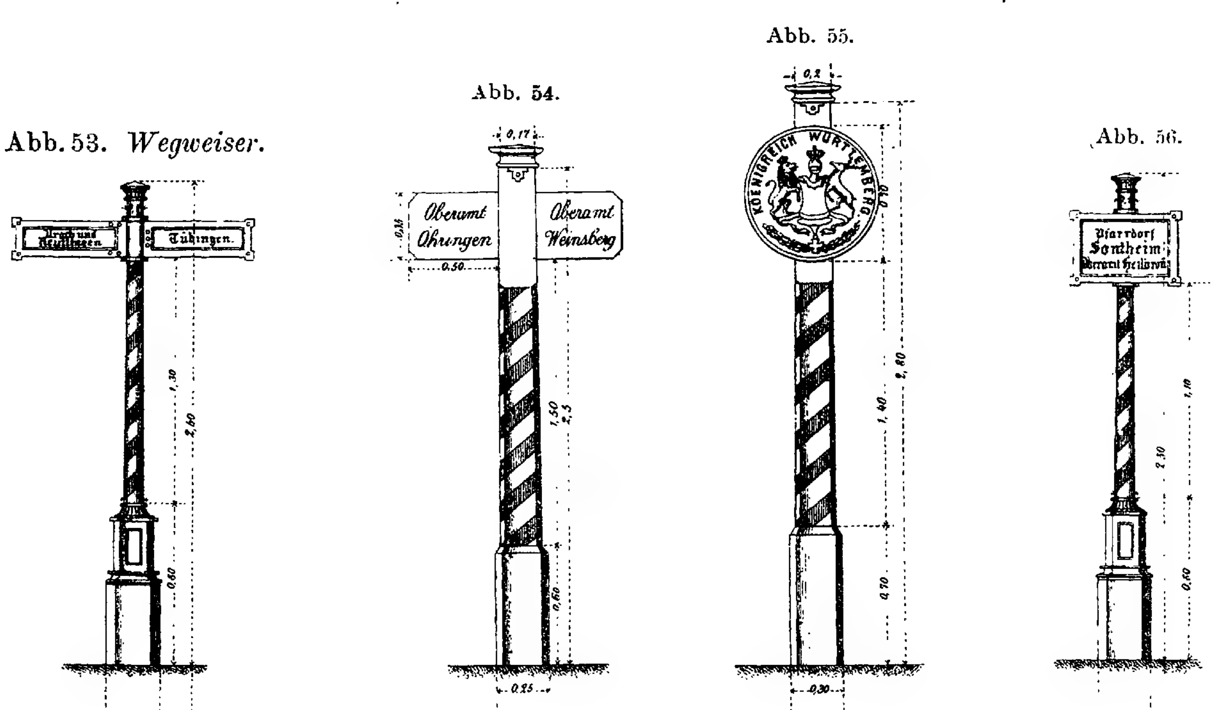


Abb. 53. *Wegweiser.* Abb. 54. Abb. 55. Abb. 56.

4. **Schlagbäume** kommen nur auf solchen Strafsen vor, wo Weggeld erhoben wird; sie sind glücklicherweise in den meisten Gegenden Deutschlands nicht mehr anzutreffen. Man stellt sie am besten wie die Schlagbäume der Bahnübergänge her, und bedient sie von der neben der Strafse liegenden Einnehmerwohnung aus.[80])

5. **Gebäude für Strafsenwärter** sind nur da nötig, wo Ortschaften gar zu weit von den betreffenden Wärterdistrikten entfernt sind; man verbindet wohl auch die Wärterwohnungen mit den Einnehmerwohnungen, weil eine vereinigte Anlage wohlfeiler wird, als 2 Einzelgebäude. Für gewöhnliche Fälle sind derartige Gebäude entbehrlich, weshalb ihre Beschreibung hier unterbleiben kann.

6. **Einfriedigungen** sind an höheren Auffüllungen nötig, je höher der Auftrag, desto fester müssen sie hergestellt sein. Die billigsten Anlagen in Herstellung und Unterhaltung sind Bäume, diese stehen am besten am Strafsenrand in Entfernungen von 5 bis 10 m, dazwischen in gleichen Abständen 1 bis 2 hölzerne Pfosten oder Abweissteine (s. unten und unter Baumpflanzungen).

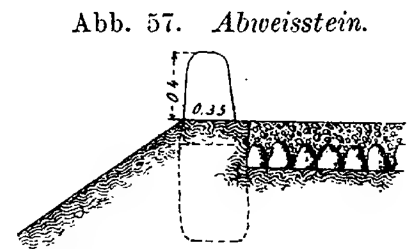
Hölzerne Schranken, bestehend aus eichenen Pfosten von etwa 2 m Abstand, mit Schapelhölzern bedeckt, sind in Anlage und Unterhaltung teuer, sie werden daher verhältnismäfsig selten angewendet, etwa da, wo Strafsen in annähernd gleicher Höhe neben Eisenbahnen sich hinziehen, und ein fortlaufender Schutz Bedingung ist. Die Abb. 23, Taf. VI zeigt eine solche Abschrankung.

7. **Abweissteine oder Prellsteine** sind die zweckmäfsigsten Schutzmittel und können überall da angewendet werden, wo Hausteine nicht zu teuer sind. Da man Schutzmittel meist nur bei Gebirgsstrafsen braucht, so sind Hausteine in der Regel zur Hand. Es sind dies mehr oder weniger regelmäfsig bearbeitete Steine, wohl auch ganz rauh gelassene Felsstücke, die in Abständen von 2 bis 4 m am Strafsenrand angebracht sind;

[80]) Heusinger, Eisenbahnbau, Bd. I, Kap. X, ferner v. Kaven, Wegebau. Hannover 1870. S. 278.

am besten wird ihre Höhe so bemessen, dafs gerade die Wagenachse darüber weggeht. Höhere Steine werden leicht durch die anstofsenden Achsen abgeschlagen oder umgedrückt. Die Abmessungen der Steine sind aus nebenstehender Abb. 57 und aus Abb. 26, Taf. VI ersichtlich (s. auch Abb. 2, Taf. V). Wo eine fortlaufende Abschrankung nötig ist, an besonders gefährdeten Punkten, Brücken, Bahnübergängen u. s. w., verbindet man diese Steine oben durch ein Schapelholz. Eiserne Stangen (s. Abb. 29, Taf. VI) sind wohl haltbarer, sie haben aber den Nachteil, dafs, infolge ihrer Ausdehnung durch die Wärme, die Steine immer hin- und hergerüttelt und dadurch lose werden.

Abb. 57. *Abweisstein.*



Wo Steinmaterial teuer ist, können Holzpfosten verwendet werden, die aber nicht lange halten, auch wenn die im Boden steckenden Enden angekohlt sind. Dagegen können mit Vorteil Betonquader Anwendung finden, die zwar dem Anstofs eines schweren Wagens nicht so gut widerstehen wie natürliche Steine, aber immerhin sehr haltbar sind. Derartige Abweissteine zeigt die von Blaubeuren auf die Alb führende Strafse, ebenso die in den Abb. 12 u. 13, Taf. V dargestellte Bachüberbrückung.

8. **Erhöhte Fufswege** geben einen wirksamen Schutz wenigstens für die Fuhrwerke ab, in diesem Fall kann die Abschrankung des Fufsweges nach aufsen sehr schwach sein, da die Fuhrwerke mit der Abschrankung nicht mehr in Berührung kommen. Ein Baumsatz bildet hier die zweckmäfsigste Schutzvorrichtung.

Erdaufwürfe geben einen notdürftigen Schutz, der bei untergeordneten Wegen genügen kann. Sie erfordern aber grofse Breite und verhindern das Ablaufen des Wassers, sie müssen daher in Abständen von etwa 20 m durchbrochen sein, um das Wasser durchzulassen.

9. **Gemauerte Brüstungen** sind angezeigt bei Gebirgsstrafsen, wenn die Strafse auf der Talseite auf Stützmauern ruht. Die auf Taf. IV gezeichneten Gebirgsstrafsen zeigen Beispiele vollgemauerter (Abb. 21 u. 22) und Abb. 3, Taf. V durchbrochener Brüstungen. Es ist zweckmäfsig, vor der Brüstung einen Kandel anzubringen, der das Regenwasser sammelt; in passenden Abständen sind Schlitze anzubringen, welche das Wasser nach aufsen abführen. Die Abb. 27 u. 28, Taf. VI zeigen solche Anordnungen: bei ersterer bildet sich an der Anschlufsstelle des Randsteins an die Chaussierung bald eine Vertiefung, die Anordnung der Abb. 28 vermeidet diesen Übelstand. Die Brüstungen der Strafse längs des Comer-Sees (Abb. 21, Taf. IV) sind glatt, 0,45 m stark, oben mit Platten abgedeckt, die Brüstungen an der Axenstrafse und den Strafsen im Addatal sind durchbrochen, ungefähr wie Abb. 24 u. 25, Taf. VI zeigen, eine Anordnung, welche sich sehr gut ausnimmt. Auffallend ist mangelhafte Ausbildung der Abschrankungen bei verschiedenen Alpenpässen. Am Gotthard sind auf der Talseite, selbst an den auf hohem Unterbau liegenden Wendeplatten, nur schmale Abweissteine in Abständen von etwa 3 m angebracht.

10. **Pflanzungen.** Die Strafsenböschungen erfordern eines Schutzes gegen das Abspülen durch Regenwasser, und müssen deshalb mit einer Grasnarbe versehen werden. Mit Rücksicht auf Kostenersparnis werden vielfach nur die Auffüllungsböschungen mit Humus angedeckt und mit Gras und Klee eingesät, die Einschnittböschungen dagegen häufig sich selbst überlassen. Der Ertrag der Böschungen bildet in vielen Gegenden ein Nebeneinkommen der Strafsenwärter.

Steile Böschungen, namentlich in steinigem Gelände, müssen bepflanzt werden, wozu dem Klima entsprechende Pflanzen zu wählen sind. Man darf mit Rücksicht auf

leichtes Austrocknen der Strafse die Sträucher nicht zu hoch werden lassen, sondern mufs sie alle paar Jahre abstofsen, damit wohl Strauchwerk, aber keine Bäume sich bilden. Bei Strafsen, welche durch Wälder sich hinziehen, macht sich die mangelhafte Austrocknung sehr fühlbar, es ist deshalb passend, hier Streifen neben der Strafse von Wald frei zu halten. Nach der badischen Verordnung sollen Gesträuche und Wald an der Nord- und Westseite 3 **m**, an der Süd- und Ostseite 4,5 bis 6 **m** vom Strafsenrande abstehen.

Baumpflanzungen dienen teils zum Schutz als Einfriedigung und als Abzeichen zur Erkennung der Strafsenrichtung bei Nacht oder tiefem Schnee; teils sind sie angelegt, um den Fufsgängern Schatten zu gewähren, oder um des Ertrages willen; ferner, und dies namentlich bei städtischen Strafsen, werden solche aus gesundheitlichen und Schönheitsrücksichten angebracht.

Nachteile der Baumpflanzungen sind die Erschwerung des Austrocknens der Strafse, es sind daher die dichten Pappelalleen, welche vielfach an Landstrafsen getroffen werden, so angenehm deren Schatten für den Verkehr ist, als unvorteilhaft zu betrachten; ferner ist bei Anwendung von Obstbäumen, deren Ertrag stets ein sehr erwünschter sein wird, mit Vorsicht zu verfahren, es sind hochstämmige Sorten zu wählen und durch sorgfältige Pflege das Überhängen der Äste in die Strafse einzuschränken, weil solches den Verkehr zu sehr belästigen würde. Aufser diesen Rücksichten ist aber bei Auswahl der Baumsorte auch das Klima und die Bodenbeschaffenheit in Betracht zu ziehen, wofür hier keine Regeln gegeben werden sollen, da diese Verhältnisse zu sehr örtlicher Natur sind.

Die Stellung der Bäume gegenüber der Strafse ist ferner ein wesentlicher Punkt bei Entwurf der ganzen Anlage. Bei Landstrafsen stehen die Bäume am besten am Rande des Banketts, welches zu diesem Zweck um 0,30 bis 0,50 **m** erbreitert wird (s. Abb. 1 u. 3, Taf. IV). Bei schmalen Strafsen in ebenem Gelände kommt es auch häufig vor, dafs die Bäume aufserhalb der Strafse gepflanzt werden, wobei allerdings der Schutz gegen das Abgleiten der Fuhrwerke vom Strafsenrand verloren geht.[81])

Das Pflanzen der Bäume können wir nur insoweit berühren, als es die Ausführungsweise der Strafsen betrifft. An Landstrafsen sind meist keine weitgehenden aufserordentlichen Mafsregeln erforderlich, wie solche in Städten nötig werden, und können z. B. in der Beifuhr von Humus für die Baumgrube, Umrahmung der wieder eingefüllten Grube u. s. w. bestehen. In beiden Fällen empfiehlt es sich sehr, den die Wurzel des Baumes umgebenden Boden nicht zu sehr von Steinen zu säubern, diese haben bei Lockerhaltung des Bodens wesentliche Dienste zu leisten. Es ist schon, und zwar mit Recht, vorgeschlagen worden, den Boden und die Wände der Baumgrube mit Steinbrocken auszulegen, um Luft und Wasser den Zutritt zu den Wurzeln zu erleichtern. Dieses Mittel ist jedenfalls geeigneter als künstliche Vorrichtung zur Wasserzufuhr, wie Rohrleitungen, welche gar zu leicht sich verstopfen und durch Zuwachsen mit Wurzeln unbrauchbar werden.[82]) — Über den Baumsatz in städtischen Strafsen vergl. Kap. II, § 10.

Zum Schutz der jungen Bäume sind besondere Vorkehrungen gegen die Wirkung des Windes oder sonstige Beschädigungen nötig. Auf Landstrafsen wird solcher Schutz meist durch Pfähle gewährt, an welchen die Bäume jedoch so anzubinden sind, dafs

---

[81]) Nach der badischen Verordnung werden durch die Strafsenverwaltung Bäume längs allen Strafsen gesetzt, und zwar Obstbäume, die 1,8 m vom Strafsenrand entfernt sind. — In Württemberg waren für dieses Mafs früher 2,8 m gebräuchlich, neuerdings wird der Strafsenrand besetzt.

[82]) Deutsche Bauz. 1881, S. 233, und 1882, S. 311 u. 355.

kein Abscheuern der Rinde stattfinden kann, wozu Lederbänder passend verwendet werden. Es empfiehlt sich ferner noch, die Bäume mit Dornen einzubinden, um das Benagen durch Wild zu verhindern.

11. Baukosten der Landstrafsen. Nach dem Handbuch der Baukunde[83]) betragen die Kosten für den Neubau preufsischer Landstrafsen unter gewöhnlichen Verhältnissen 10000 bis 30000 M. für das **km**, in Gegenden, wo Steinmaterial in der Nähe zu haben ist, können die Kosten bis auf 7500 M. herabgehen.

Für Baden wurden von Becker[84]) als Kosten für das **km** angegeben:

Strafsen in der Ebene . . . 5800 bis 7800 M.
„ im Hügellande . . . 11600 bis 13500 M.
„ im Gebirge . . . . 17500 bis 19500 M.

Über den Bau und die Unterhaltungskosten der schweizerischen Landstrafsen entnehmen wir dem Werke von Bavier[85]) folgende Angaben:

Tabelle XIV. **Bau- und Unterhaltungskosten der Landstrafsen in der Schweiz.**

Kanton	Kleinste Steigung in m		Gröfste Steigung		Länge der Staats- und Bezirksstrafsen		Baukosten			Jährl. Unterhaltungskosten f. d. km Strafsenlänge	Bemerkungen
	Staats-strafsen	Bezirks-strafsen	Staats-strafsen	Bezirks-strafsen	f. d. km m	f. d. Kopf der Bevölkerung m	f. d. km Strafsen-länge M.	f. d. qkm M.	f. d. Kopf der Bevölkerung M.	M.	
Bern	7,2	5,4	—	—	282	3,84	21225	5954	81,46	202	
Bern, Strafsen I Kl.	—	—	—	—	—	—	25840	3696	51,80	—	
Aargau	5,7	4,8	—	—	913	6,45	13676	1936	34,4	282	
St. Gallen . . .	5,4	4,2	3,7%	15%	445	4,71	12440	2264	24,0	590	
Luzern	5,0	3,6	10 „	12%	514	5,34	13576	2416	27,4	264	
Schwyz	5,4	4,0	5 „	12%	258	4,91	19016	2640	50,3	171	
Zürich	5,4	4,5	—	—	782	4,74	17224	6160	34,3	274	II. Kl. 122 M.
Uri	6,0	4,8	10 „	10%	82	5,47	29320	1488	99,3	726	II. Kl. 298 M.

Tabelle XV. **Kosten einiger württembergischer Strafsen.**

Namen der Strafse	Jahre der Erbauung	Täglicher Verkehr an Zugtieren	Gröfste Steigung	Breite der Fahrbahn	Breite der Bankette	Strafsenmaterial	Baukosten für das km	Unterhaltungskosten für das km
Weinsteige bei Stuttgart . .	1823/31	517	6%	5,7	3,2	Muschel- u. Liaskalk	—	3300
Albsteige bei Hohnau . . .	1834	311	7,8%	5,0	1,0-1,5	weifser Jura	—	694
Schramberger Steige . . .	1862/64	150	6,6%	6,3	1,72	Porphyr	23700	1110
Strafse v. Bochingen n. Brettheim	1866/68	40	5,5%	6,0	1,72	Muschel- u. Liaskalk	15000	380
Boller Steige	1868/70	40	5,5%	6,3	1,72	Muschelkalk	34940	400
Heilbronn-Adelsheim, Talstr. .	1898	298	3,8%	4,6	2,2	Muschelkalk	19400	—
Reichenbach nach Essingen, O. A. Aalen	1897/99	—	5,0%	4,0	0,6	Lias	37300	—
Nachbarschaftsstr. v. Kornberg n. d. Rottal, O. A. Gaildorf	1897/99	—	7,0%	4,0	1,5	Keuper	16500	—

Die Strafsen der Schweiz sind mit Hinblick auf das sehr kupierte Gelände wohlfeil gebaut worden, was teilweise damit zusammenhängt, dafs das Strafsenmaterial fast

[83]) Handbuch der Baukunde. Berlin 1892. S. 194.
[84]) Becker, Strafsenbau. Stuttgart 1870. S. 454.
[85]) Bavier, Strafsen der Schweiz. Zürich 1878.

überall in nächster Nähe vorhanden ist (Flufsgeschiebe stehen meist zur Verfügung). So hat im Kanton Graubündten die von Thusis ausgehende, im Jahre 1860 ausgeführte Schynstrafse, die mehrere gröfsere Bauten aufweist, nur 21600 M. für das **km** gekostet, ferner eine von Thusis auf die Höhe bei Amrein im Jahre 1900 ausgeführte Vizinalstrafse von 3,0 **m** Breite nur etwa 7000 M. für das **km**.

Die Kosten einiger württembergischen Strafsen zeigt Tabelle XV.

C. Unterhaltung und Reinigung der Landstrafsen.

§ 16. Allgemeines, Einflüsse auf die Kosten der Unterhaltung. Die Unterhaltung der Strafsen hat den Zweck, denjenigen Teil des Strafsenkörpers, der durch Abnutzung infolge des Verkehrs verloren geht, in geeigneter Weise zu ersetzen, so dafs die Strafsenoberfläche in der normalen gewölbten Form erhalten wird, die wir für eine neu hergestellte Strafse behufs regelmäfsiger Ableitung des Tagewassers, möglichst geringen Widerstand der Bewegung, genügender Widerstandsfähigkeit gegen die Radbelastung u. s. w. als nötig bezeichnet haben. Die durch Einwirkung der Fuhrwerke auf der Strafsenoberfläche abgeriebenen Teile der Fahrbahn bilden bei trockenem Wetter Staub, bei feuchtem Kot; beides mufs möglichst verhütet werden, soweit aber Staub oder Kot entsteht, müssen diese beseitigt werden, weil sie den Verkehr belästigen und die Bildung von Kot durch Zurückhalten des Wassers Veranlassung zur Zerstörung des Strafsenoberbaues gibt. Die Strafsenunterhaltung teilt sich deshalb naturgemäfs in die beiden Abschnitte:

I. Reinigung der Strafsen und
II. Wiederherstellung der abgenutzten Fahrbahn.

Hierzu kommt dann noch als untergeordnetere Tätigkeit

III. die Unterhaltung der Nebenanlagen.

Die sachgemäfse Behandlung der Strafsenunterhaltung ist verhältnismäfsig neueren Ursprungs, noch im 18. Jahrhundert wurde immer erst dann, nachdem die Strafse beinahe unfahrbar geworden war, durch Aufbringen neuer Steinmassen (meist ohne den Strafsenkot genügend abzuräumen) eine annähernd glatte Strafsenfläche wieder hergestellt; man überliefs es den Fuhrwerken, diese neu eingebrachte Masse zu befestigen, und kümmerte sich um die Strafse so lange nicht mehr, bis der alte unbrauchbare Zustand wieder eingetreten war.

Erst in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts sah man ein, dafs eine Strafse eine stetige Unterhaltung verlange, man überzeugte sich, dafs entstehende Unregelmäfsigkeiten möglichst bald verbessert werden müssen, wenn die Fahrbahn in Ordnung bleiben und die Strafsenunterhaltung möglichst wohlfeil werden soll. Dies führte zu der Anstellung von Strafsenwärtern, denen eine bestimmte Strecke zur Beaufsichtigung zugewiesen wurde, deren Unterhaltung sie sich ausschliefslich zu widmen hatten.

Die Unterhaltung der Strafsen erfordert grofse Summen, und spielt im Staats- oder Gemeindehaushalt eine wichtige Rolle, weil den Ausgaben entweder gar keine Einnahmen gegenüberstehen, oder bei Erhebung von Weggeld nur solche, welche einen geringen Prozentsatz der Ausgaben ausmachen.

Nach v. Kaven (Wegebau S. 284) stellte sich im Jahre 1855/56 das Verhältnis zwischen Unterhaltungskosten und Weggeldeinnahmen der hannoverischen Strafsen wie 1,83 : 1, wobei die sehr erheblichen Kosten für den Einzug des Weggeldes und für die Verwaltung noch gar nicht inbegriffen sind; die

dort namhaft gemachten Übelstände des Weggeldes mit Rücksicht auf dessen geringen Ertrag sind nur zu gerechtfertigt, und darf jedes Land sich Glück wünschen, in dem keine Schlagbäume mehr zu sehen sind.

Die grofsen Ausgaben für Strafsenunterhaltung machen ihren sachgemäfsen Betrieb zu einer wichtigen Angelegenheit, so dafs man wohl sagen kann, der Strafsenunterhaltung sei ein ebenso grofser Wert beizulegen, als dem Neubau der Strafsen; wenigstens gilt dies für die besteinten Strafsen. Auf die Bildung und Erhaltung der obersten Fahrbahndecke kommt es hier hauptsächlich an, da Material und Bau des unteren Teils der Fahrbahn von der Abnutzung mehr oder weniger unberührt bleiben und somit nur geringen Einflufs auf den Zustand der Fahrbahndecke haben. Bei Pflasterstrafsen liegt die Sache ähnlich, je sorgfältiger und aus je besserem Material sie gebaut sind, desto länger können gröfsere Ausbesserungen unterbleiben, nur werden diese dann mehr oder weniger Neubauten entsprechen.

Die Unterhaltungskosten der Längeneinheit sind sehr verschieden. Den gröfsten Einflufs üben:

1. Die Verkehrsgröfse der Strafsen,
2. das verwendete Besteinungsmaterial nach Güte und Preis,
3. die Art der Unterhaltung;

sodann sind noch von Einflufs: Gewicht und Bauart der Fuhrwerke, die Lage der Strafse, die Strafsenbreite und mehr oder weniger auch Bauart, Untergrund und Klima.

1. Die Verkehrsgröfse der Strafsen wird gewöhnlich nach der Anzahl der Zugtiere bemessen, die im Durchschnitt täglich auf ihr verkehren. Richtiger wäre es allerdings, die Summe der täglich über die Strafse sich bewegenden Lasten zu berücksichtigen. Diese sind aber in den wenigsten Fällen erhoben, eine genaue Erhebung bietet auch der Natur der Sache nach grofse Schwierigkeiten, da man unmöglich das Gewicht jedes einzelnen Fuhrwerks ermitteln kann.

Nach dem Deutschen Bauhandbuch ist die Anzahl der Zugtiere, welche im Mittel täglich auf längeren Strecken verkehren, folgende:

a) Gegenden ohne jede industrielle Tätigkeit: 10 bis 15.
b) Daselbst in der Nähe kleiner Flecken: 15 bis 25.
c) In der Nähe von Flecken, welche kleine Marktorte bilden, oder in Distrikten mit geringer Industrie: 25 bis 40.
d) In der Nähe von gröfseren Marktorten oder in Gegenden mit etwas entwickelter Industrie: 40 bis 75.
e) In Gegenden mit ziemlich entwickelter Industrie: 75 bis 150.
f) In Gegenden mit reicher industrieller Tätigkeit: 150 bis 400.
g) In der Nähe grofser Städte: 400 bis 3000.

Als Beispiel mag aus der Verkehrsstatistik Württembergs für 1892 angeführt werden, dafs auf den von Stuttgart nach Ludwigsburg und nach Kannstatt führenden Hauptstrafsen der Verkehr 2412 bezw. 3450 Lasttiere beträgt, von Ulm nach Heidenheim 550, bei Efslingen (Fabrikstadt mit 16000 Einwohnern) 710. Auf den über die schwäbische Alb führenden Staatsstrafsen sinkt der Verkehr bis auf 52 und auf der Hauptstrafse Geislingen-Ulm auf 57 herab, wobei aber zu bemerken ist, dafs neben letztgenannter Strafse die Eisenbahn hinführt (vergl. Abb. 1, Taf. I).

In Baden haben die Strafsen bei Karlsruhe einen Verkehr von 2200 bis 2600 Zugtieren (nach Maxau und Durlach), bei Freiburg die Kinzigtalstrafse 936, im Rheintal geht aber der Verkehr bis auf 50 und noch weniger herab, wieder eine Folge der Bahnanlage. Nach Prozenten der Strafsenlänge ergaben sich im Jahre 1887 folgende Verkehrsmengen (s. Bär, Das Strafsenbauwesen in Baden 1895, S. 30):

mehr als 1000 Zugtiere	0,88%	von 50 bis 100 Zugtiere	33%
von 500 bis 1000 „	1,75%	„ 30 bis 50 „	14,45%
„ 100 „ 500 „	37%	weniger als 30 „	13,1%

sämtlicher badischen Landstrafsen.

Einen viel stärkeren Verkehr als die Landstrafsen weisen die Verkehrsstrafsen der Grofsstädte auf (vergl. hierüber Kapitel II, § 1).

Geringer ist der Verkehr von Vizinalstrafsen, da hier vorzugsweise der Ortsverkehr in Betracht kommt, jedoch fehlt es für diese meist an statistischen Aufnahmen. Die Annahme, dafs, gleiches Unterhaltungsmaterial vorausgesetzt, die Unterhaltungskosten einer Strafse in geradem Verhältnis zum Verkehr zunehmen, trifft im allgemeinen nicht zu, was im § 17 näher ausgeführt ist.[86])

2. Das Unterhaltungsmaterial. Die Beschaffenheit des Unterhaltungsmaterials wurde schon oben beim Bau der Strafsen besprochen; dafs diese ebenfalls von sehr wesentlichem Einflufs auf die Strafsenunterhaltung ist, zeigt die Erfahrung, welche lehrt, dafs die Unterschiede zwischen den verschiedenen Gesteinsarten sehr grofs sind.

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Materialien hängen nicht nur von ihrer Druckfestigkeit ab, sondern es kommt ihr Widerstand gegen Abschleifen durch die Räder und Hufe, die Widerstandsfähigkeit gegen Stofswirkungen und ihre Wetterbeständigkeit bei wechselnder Nässe und Trockenheit und abwechselndem Frost- und Tauwetter in Betracht, ebenso die Art der Unterhaltung der Strafsen.

Das haltbarere Material ist nun in der Regel auch das teurere, da selbst bei gleichen Beifuhrkosten die Zubereitungskosten gröfser sind, es darf somit nicht blofs der Bedarf an Material, sondern es müssen auch die Kosten für das verwendete Material in Rechnung gezogen werden. Zwar wird der geringere Bedarf an festem Material häufig die Mehrkosten ausgleichen, aber wenn dies auch nicht zutrifft, so fällt der Umstand ins Gewicht, dafs bei Verwendung widerstandsfähigen Materials weniger Staub und Kot erzeugt und der Verkehr durch Ausbesserungen in geringerem Grade belästigt wird.

Wenn es nun gelingen würde, für jedes Material, das bei der Strafsenunterhaltung in Frage kommen kann, eine Wertziffer aufzustellen, so wäre die Auswahl des Materials sehr leicht, indem man unter Berücksichtigung der Wertziffer und der Kosten f. d. **cbm** leicht für jedes Material die Kosten der Strafsenunterhaltung f. d. lfd. **km** berechnen, und demjenigen Material den Vorzug geben könnte, welches die geringsten Kosten verursacht. Untersuchungen über die Gewinnung solcher Wertziffern sind nun in verschiedenen Ländern gemacht worden, wir werden im § 17 das wichtigste darüber mitteilen; dafs aber die Sache ihre grofsen Schwierigkeiten hat, dürfte schon daraus hervorgehen, dafs bei Strafsen mit sehr starkem Verkehr mehr die Eigenschaften der Härte und Festigkeit des Materials als günstig hervortreten, während bei geringem und leichtem Verkehr diese eine weniger wichtige Rolle spielen. Bei starkem, schwerem Verkehr mufs das festeste Material schon deshalb gewählt werden, weil sonst durch die immerwährenden Ausbesserungen der Verkehr gestört wird und die Strafse nicht mehr in der gehörigen Ordnung erhalten werden kann, dagegen wird bei schwachem, leichtem Verkehr ein geringes Material fast dieselben Dienste leisten, wie ein vorzügliches.

3. Die **Art der Unterhaltung** ist ebenfalls von wesentlichem Einflufs auf die Kosten der Unterhaltung. Sieht man von der früher schlecht geleiteten Unterhaltung der Landstrafsen ganz ab, so macht sich doch auch heute noch der Unterschied in der Beschaffenheit von Strafsen, welche gleichen Verkehr aufweisen und dasselbe Material

---

[86]) In § 17 unter 3. werden auch die in Frankreich, Württemberg und Bayern vorgenommenen Zählungen zur Feststellung der Verkehrsgröfse und die Beziehungen dieser letzteren zu den Wertziffern der Materialien näher besprochen.

für die Unterhaltung verwenden, die aber nach verschiedenen Grundsätzen unterhalten werden, ziemlich stark fühlbar. Es sind hauptsächlich zwei Arten der Strafsenunterhaltung, die sich gegenüberstehen:

a) Die stückweise Unterhaltung oder das Flicksystem,

b) die Unterhaltung mit durchgehenden Decklagen.

Beide Unterhaltungsarten haben ihre Vorteile, aber jede mufs am richtigen Platz mit den entsprechenden Abänderungen angewendet werden, wenn sie gute Ergebnisse liefern soll. Obgleich noch Meinungsverschiedenheiten der Strafsenbautechniker in dieser Hinsicht bestehen, so bricht sich doch immer mehr die Überzeugung Bahn, dafs bei durchgreifenden Ausbesserungen, gerade wie beim Neubau, das Material in durchgehenden Decken einzubringen und durch Walzen zu dichten ist: die Anwendung der Strafsenwalze ist in beiden Fällen eine unerläfsliche Bedingung für eine geordnete und wohlfeile Strafsenunterhaltung.

4. Dafs sodann die **rechtzeitige Reinigung der Strafsen** grofsen Einflufs auf ihre Erhaltung ausübt, bedarf keines Beweises. Es ist fehlerhaft, bei Strafsen mit einigermafsen starkem Verkehr diese Reinigung von dem Strafsenwärter allein besorgen zu lassen, weil die passende Zeit zum Reinigen sich oft auf wenige Tage beschränkt, die dem Wärter zur Vollendung seiner Strecke nicht ausreichen.

5. **Lage und Bauart der Strafse.** Auf der Winterseite trocknen die Strafsen weniger leicht aus, die Erhaltungskosten sind deshalb erheblich gröfser. Wenn man die Strafsen nicht auf die Sommerseite legen kann, ist ihnen gröfsere Wölbung zu geben, Busch- und Baumpflanzungen sind zu vermeiden, in Wäldern freie Streifen auszusparen (vergl. hierüber S. 118, Pflanzungen). Die Verwendung des besten Materials, unter Umständen auch Pflaster, ist hier angezeigt. Die von Stuttgart nach Ludwigsburg führende Strafse, streckenweise auf beiden Seiten zwischen Futtermauern eingeschlossen, mit sehr geringem Längengefälle, wurde früher mit Muschelkalkgeschläg unterhalten und erforderte bei einem Verkehr von täglich 2638 Zugtieren f. d. Jahr die ganz aufsergewöhnliche Menge von 1,84 **cbm** f. d. lfd. **m** Unterhaltungsmaterial, entsprechend einer Abnutzung von 0,4 **m** f. d. Jahr. Bei Tauwetter war es fast nicht mehr möglich, die Strafse in fahrbarem Zustande zu erhalten. Sie erhielt schliefslich ein Pflaster von parallelepipedischen Melaphyrsteinen, das in den ersten 10 Jahren nur oberflächliche Ausbesserungen erfordert hat und dann durch Granitpflaster ersetzt wurde.

6. Die **Ausführungsweise der Fahrbahn** chaussierter Strafsen ist von geringem Einflufs auf die Unterhaltung, es wird zwar behauptet, Makadam sei wohlfeiler zu unterhalten, allein statistische Nachweise darüber sind nicht bekannt geworden. Die Hauptsache bleibt immer die obere Steindecke und das sorgfältige Einwalzen nach dem Neubau und dem Aufbringen einer gröfseren Decklage. Nicht eingewalzte Steinbahnen bedürfen namentlich anfangs wiederholter Ausbesserungen, eine Menge Steine werden unnütz zerdrückt, und die schöne gleichmäfsige Wölbung der eingewalzten Strafse wird doch nicht erreicht.

7. Der **Untergrund der Strafse** übt insofern einen wichtigen Einflufs auf die Unterhaltung aus, als nur bei durchlassendem Grunde die Steinbahn vollkommen fest wird (s. oben § 11). Bei lehmigem Untergrunde ist eine vollständige Trockenlegung schwierig, die Steinbahn behält eine gewisse Beweglichkeit, die auf die Unterhaltung einen schädlichen Einflufs ausübt (vergl. S. 83).

8. Gewicht und Bauart der Fuhrwerke. Der Einfluſs starker Radbelastung in Beziehung auf die Felgenbreite ist schon im § 2 unter 5., S. 14 näher untersucht worden. Seitdem nun in neuerer Zeit die Straſsen besser unterhalten werden und die Bewegungswiderstände abnehmen, gestatten sie bei gleicher Bespannung gröſsere Belastung. Das Wagengewicht nimmt deshalb eher zu, als ab. Dabei ist aber nicht zu übersehen, daſs der eigentliche Frachtverkehr von den Landstraſsen mehr und mehr an die Eisenbahnen übergeht.

Schweres Fuhrwerk kommt nur noch in der Nähe groſser Städte als Beförderungsmittel von und zu den Bahnhöfen vor, ferner in der Nähe von Fabriken und Steinbrüchen; diese Straſsen wird man wohl am besten mit Pflaster bester Auswahl zu versehen haben. Es dürfte sich sodann fragen, ob es passend ist, mit Rücksicht auf die sehr wechselnden Verhältnisse für alle Straſsen eines Landes giltige Gesetze für die Felgenbreite aufzustellen; es dürfte vielmehr genügen, Bestimmungen für die gröſste Belastung eines Fuhrwerks mit Rücksicht auf die Sicherheit der Bauwerke zu treffen. Vorschriften über die Felgenbreite aufzustellen sollte den Provinzialverwaltungen (Amtskorporationen) überlassen bleiben.[87])

Als passende Felgenbreiten sind zu empfehlen:

Für Luxusfuhrwerke . . . . 4—5 cm,
„ Landfuhrwerke . . . . 5—6 cm,
„ Frachtfuhrwerke . . . . 7—10 cm.

Für die in gröſseren Städten verwendeten schweren Motorwagen, Möbelwagen und namentlich für das schwere Rollfuhrwerk in Seehäfen sind Felgenbreiten von 9 bis 12 cm Breite angezeigt (vergl. hierüber auch § 2, unter 5 und die Zahlenangaben der Tabelle IV, S. 19).

9. Die **Straſsenbreite** übt insofern einen Einfluſs auf die Unterhaltungskosten aus, als sehr schmale, nur für ein Fuhrwerk genügende Straſsen fast immer nahe an derselben Stelle von den Rädern getroffen werden, wodurch sich leicht schädliche Radspuren bilden. Für solche Straſsen können Steinbänder oder eiserne Fahrgleise (s. Kap. III) von Vorteil sein, die an die Stelle der Räderspuren gelegt werden, während in der Mitte, wo nur die Pferde gehen, und seitwärts gewöhnliche Straſsenbefestigung genügt (s. Abb. 1, Taf. XI, italienische Straſse). Mit wachsender Breite der Straſse erzielt man eine gleichmäſsigere Abnutzung und Abnahme der Unterhaltungskosten, jedoch nur bis zu einer gewissen Grenze, über welche hinaus die Kosten wieder steigen, weil nicht mehr die ganze Breite dem Verkehr dient, während sie doch dem Angriff des Wassers ausgesetzt ist und unterhalten werden muſs. Wir haben deshalb schon weiter oben im § 10 darauf hingewiesen, daſs zu breite Straſsen eher schädlich als nützlich sind.

In dieser Beziehung erscheint die in Württemberg eingeführte Einrichtung erhöhter Rasenstreifen neben der Fahrbahn (S. 76) sehr zweckmäſsig: Ist die Fahrbahnbreite zu groſs bemessen, was der an den Fahrbahnrändern aufkeimende Graswuchs deutlich erkennen läſst, so werden die erhöhten Rasenbänder nach innen erbreitert, erscheinen dagegen die Ränder des Rasens mehrfach von Räderspuren beschädigt, so deutet dies auf zu geringe Fahrbahnbreite; es werden dann einfach die Rasen auf passende Breite entfernt.

Aus obigen allgemeinen Bemerkungen dürfte hervorgehen, daſs die Unterhaltungskosten der Straſsen zwischen ziemlich weiten Grenzen wechseln, Verkehr und verfügbares Straſsenmaterial haben darauf den vorherrschenden Einfluſs. Wir werden

---

[87]) Siehe E. Zöller, Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 191.

später im § 19 für verschiedene Strafsen Angaben über Materialbedarf und Kosten geben, hier sei zunächst nur noch hervorgehoben, dafs die Anschaffung des Steinmaterials, Handarbeit und Einbringen weitaus den gröfsten Teil der Gesamtausgaben für Strafsenunterhaltung ausmachen.

Nach einem Reisebericht des Oberbaurates Leibbrand betragen die Unterhaltungskosten der braunschweigischen Strafsen nach dem Etat von 1878:

	f. d. km M.	In Prozenten der Gesamtkosten.
Für rohe Materialien	283	43,0 %
Bearbeitung derselben	117	17,8 „
Instandhaltung der Fahrbahn	120	18,0 „
Sommerwege, Bankettes, Gräben	55	8,0 „
Baumpflanzungen	12	2,0 „
Sicherheitsanlagen, Futtermauern	3	0,5 „
Brücken, Durchlässe	7	1,0 „
Wegweiser, Warnungstafeln	0,8	1,2 „
Nutzungsentschädigungen	0,2	0,3 „
Gerätschaften	9,0	1,4 „
Insgemein (Schneebahnen, Arbeitszulagen, Unvorhergesehenes)	45,0	6,8 „
	652,0	100,0 %

§ 17. Materialien für die Strafsenunterhaltung, Wertziffern. Die richtige Auswahl der Materialien für die Unterhaltung einer Strafse ist insofern sehr wichtig, als davon die jährlichen Unterhaltungskosten abhängen, die innerhalb weiter Grenzen wechseln können. Diese Frage ist namentlich für solche Landesteile wichtig, in welchen wohl geringwertiges Material zur Verfügung steht, gute, eine lange Dauer versprechende Materialien jedoch aus grofser Entfernung beigeschafft werden müssen.

1. Ableitung der Wertziffern aus Materialmenge und Verkehrsgröfse. Nennt man Q_1 Q_2 Q_3 . . . die für eine bestimmte Strafsenstrecke und für die jährliche Unterhaltung der Längeneinheit erforderliche Materialmenge und bezeichnen μ_1 μ_2 μ_3 Zahlenkoeffizienten, welche so beschaffen sind, dafs $\mu . Q =$ einer Konstanten, so können die Koeffizienten μ als Wertziffern bezeichnet werden; je besser das Material, desto gröfser ist μ.

Ist für ein bestimmtes Material Q bekannt und wird μ für dieses Material beliebig angenommen, so ist für ein anderes Material, das die Bedarfsmenge Q_1 aufweist, die Wertziffer[88]) $\mu_1 = \frac{\mu\, Q}{Q_1}$.

Um die Bestimmung dieser Wertziffern hat schon vor längerer Zeit die französische Regierung sich verdient gemacht, indem schon seit dem Jahre 1877 auf Versuchsstrecken, die auf alle Staatsstrafsen verteilt waren, Beobachtungen des jährlichen Materialbedarfs durchgeführt wurden. Da der Bedarf Q mit dem Verkehr sich vermindert, so wurde angenommen, dafs der Bedarf in geradem Verhältnis zur Verkehrsstärke stehe und hiernach der Wert von Q für das Kilometer Strafsenlänge und für 100 Zugtiere festgesetzt. Man fand hierbei für das beste Material, das als „Normalmaterial“ bezeichnet wurde (Vogesenbasalt) $Q = 15$ **cbm**, für den weichsten Kalkstein $Q = 60$ **cbm** und indem man die Gröfse μ für das beste Material beliebig $\mu = 20$ setzte, ergaben sich die Werte für μ, wie sie in Tabelle XVI eingetragen sind.

Einen einfacheren Mafsstab für die Brauchbarkeit der verschiedenen Materialien erhält man, indem man für jedes Material ermittelt, wie vielmal gröfsere Mengen desselben f. d. Kilometer und für 100 Zugtiere im Jahre erforderlich sind als für das

[88]) Vergl. v. Willmann, Fortschritte II. 4., S. 25 und die dort angeführte Literatur.

beste Unterhaltungsmaterial (Normalmaterial). Nennt man den betreffenden Koeffizienten k, so ist einfach $k = \frac{Q_1}{Q}$, wir wollen k mit dem Namen Verbrauchskoeffizient bezeichnen. Da $Q\mu = Q_1\mu_1$ und $k = \frac{Q_1}{Q}$, so ist $k = \frac{\mu}{\mu_1}$. Die beliebig angenommene Zahl μ fällt dann aus den Berechnungen aus; es ergibt sich sofort, wenn der Bedarf Q für das Normalmaterial bekannt ist, der Verbrauch für ein anderes Material $Q_1 = k\,Q$.

Die Werte k sind für die verschiedenen Materialien ebenfalls in Tabelle XVI eingetragen.

Tabelle XVI. **Wertziffern.**

Materialbezeichnung	Jährlicher Verbrauch Q in cbm f. d. km und 100 Zugtiere	Wertziffern μ	Verbrauchskoeffizient k
Schlecht	60	5	4,0
Mittelmäfsig	50	6	3,3
Genügend	40	7,5	2,7
Ziemlich gut	30	10	2,0
Gut	25	12	1,7
Sehr gut.	20	15	1,3
Vorzüglich	15	20	1,0

Die Einreihung der verschiedenen Materialien in eine derartige Tabelle kann nur dadurch geschehen, dafs die Werte der ersten Reihe durch unmittelbare Beobachtung an Versuchsstrecken erhoben werden; um aber auf diese Weise brauchbare Ergebnisse zu erhalten, vergehen lange Jahre, weshalb mehrfach Versuche gemacht worden sind, in Prüfungsanstalten die Materialien künstlich hervorgerufenen Angriffen auszusetzen, welche den auf der Strafse auftretenden möglichst nahe kommen und die Ergebnisse, welche so mit verschiedenen Materialien erreicht wurden, miteinander zu vergleichen.

2. Ableitung der Wertziffern aus Materialuntersuchungen in Prüfungsanstalten. Die Zerstörung der Steinmaterialien auf der Strafse erfolgt hauptsächlich durch mechanische Einflüsse und nur in geringerem Mafse durch die Atmosphärilien. Man hat daher in den Versuchsanstalten in erster Linie die verschiedenen Steinarten auf ihre Druckfestigkeit und Härte, auf Abnutzbarkeit und Politurfähigkeit zu untersuchen. Immerhin darf ihr verschiedener Widerstand gegen Feuchtigkeit und Frost nicht aufser acht gelassen werden, es müssen die Versuche sich deshalb auch auf das Wasseraufnahmevermögen und auf den Widerstand gegen Frost erstrecken.

a) Druckfestigkeit. Was die Druckfestigkeit der Materialien anbelangt, so ist zunächst wichtig, nur Versuchskörper gleicher Form und Gröfse zu verwenden, weil die Ergebnisse bei grofsen Formstücken ganz anders ausfallen, als bei kleinen. Ein Pflasterstein wird erheblich gröfsere Pressungen für die Quadrateinheit auszuhalten vermögen, als ein gewöhnlicher Schotterstein aus gleicher Steinart. Diesbezügliche Versuche wurden schon von Bockelberg vor dem Jahre 1860 gemacht, wir entnehmen der von ihm aufgestellten Tabelle[89]) die Ergebnisse bei einigen wichtigen Materialien, indem wir in Sp. 2 der Tab. XVII die Wertziffern beifügen, welche wir erhalten, wenn wir für das beste Material (Quarzfels) die Wertziffer 20 annehmen und für die übrigen Materialien

[89]) Siehe Nessenius, Strafsenbau. S. 128.

die Wertziffer im Verhältnis zum Tragvermögen setzen. Das Tragvermögen hat Bockelberg in der Art festgesetzt, dafs er an geschliffenen Würfeln von 1 bis 8 Kubikzoll Inhalt die Bruchfestigkeit bestimmte und $^1/_8$ derselben als Tragfähigkeit annahm (s. Sp. 1, Tab. XVII). In der Tabelle sind ferner die Verbrauchskoeffizienten $k = \frac{T_1}{T}$ eingetragen, wobei angenommen ist, dafs k im umgekehrten Verhältnis zum Tragvermögen T stehe. Ob und inwieweit die Werte μ und k der Erfahrung entsprechen, werden wir später nachweisen.

Tabelle XVII. **Tragfähigkeit und Verbrauchsziffer des Materials.**

Gesteinsart	1 Tragfähigkeit eines Würfels von 2,9 cm Seite = T	2 Wertziffer $\mu = 20 \frac{T}{T_1}$	3 Verbrauchsziffer $k = \frac{T_1}{T}$
Quarzfels	1050	20	1
Grünstein	700	13,3	1,5
Basalt	600—950	11,4—18,5	1,75—1,1
Granit	500—1000	9,5—19,0	2,10—1,05
Muschelkalk	200—600	3,8—11,4	5,25—1,75
Kohlensandstein	450	8,5	2,33
Buntsandstein	150—550	2,85—10,45	7,0—1,91

Wenn nun auch bei den zur Strafsenbefestigung verwendeten Gesteinsarten die Druckfestigkeit in erster Linie in Betracht kommt, so spielt doch auch Härte und Zähigkeit wegen der abschleifenden Wirkung durch die Hufe der Zugtiere, das Bremsen und Gleiten der Fuhrwerke u. s. w. eine wichtige, unter Umständen die wichtigste Rolle.

b) Härtebestimmung. Behufs zweckentsprechender Untersuchung der Steine auf ihre Härte hat Siebeneicher[90]) eine Vorrichtung ersonnen und bei der städtischen Bauverwaltung Berlin eingeführt. Die Maschine (s. Abb. 58 bis 62) besteht im wesentlichen aus einem etwa 25 mm starken flachen Kreuzbohrer, der mit konstantem Gewicht belastet aus gewisser Höhe lotrecht auf den zu prüfenden Stein herabfällt, wodurch ein Loch von bestimmter Tiefe gebohrt wird. Die Anzahl der bei verschiedenen Gesteinsarten hierzu erforderlichen Bohrstöfse gibt die Verhältniszahl für die Härte des Steines.

Abb. 58 bis 62. *Maschine zur Härtebestimmung.*

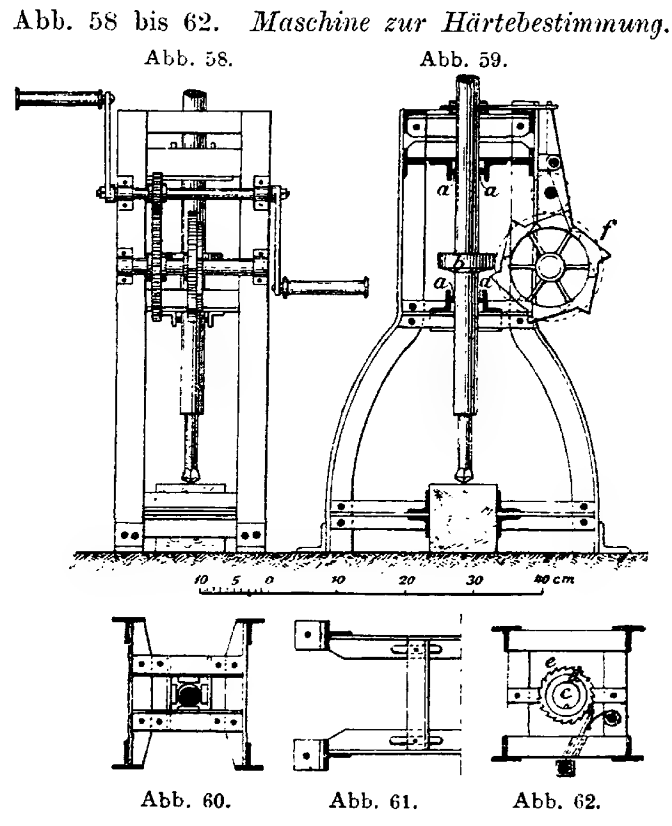


Abb. 60. Abb. 61. Abb. 62.

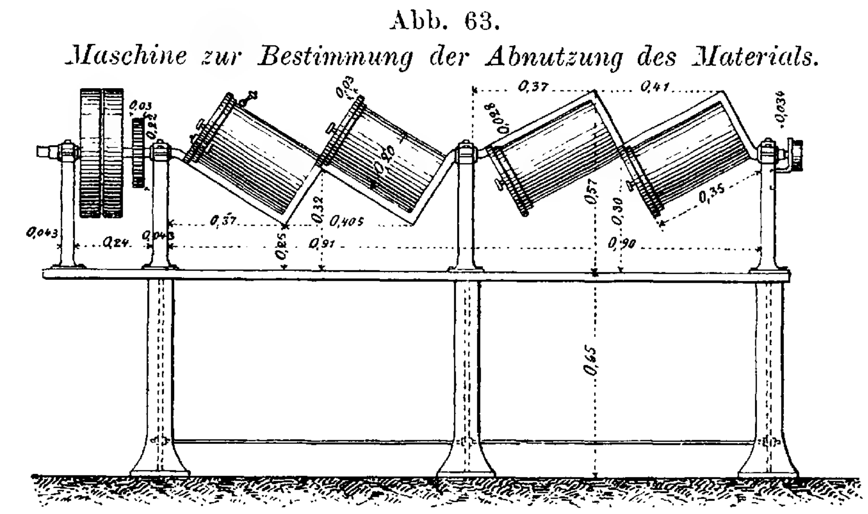
c) Abnutzbarkeit und Politurfähigkeit (Glätte). Ein Verfahren, welches unmittelbar Schlüsse ziehen läfst auf die abschleifende Wirkung der Hufe der Zugtiere und der Räder der Fuhrwerke, rührt von Bauschinger her, welcher für das Verhalten des Materials gegen diese Einwirkungen den Namen Abnutzbarkeit eingeführt hat.

[90]) Deutsche Bauz. 1879, S. 290.

Die Untersuchung geschieht in der Weise, dafs auf einer gufseisernen Scheibe von 1,5 **m** Durchmesser, die sich um eine lotrechte Achse dreht, eine bestimmte Menge Schmirgel gestreut und das zu prüfende Material in gewisser Entfernung vom Mittelpunkt auf die Scheibe gebracht und während der Drehung einem gleichmäfsigen lotrecht wirkenden Druck ausgesetzt wird. Aus dem Gewichtsverlust bei einer Anzahl von Umdrehungen wird sodann auf die Abnutzbarkeit des Gesteines geschlossen.[91])

Eine andere Vorrichtung zur Bestimmung der Abnutzbarkeit, die in Frankreich Anwendung findet und von Deval[92]) erfunden wurde, besteht aus Trommeln, welche auf einer wagerechten Achse in schräger Richtung angebracht sind und von denen je zwei zusammengehören (s. Abb. 63). In die eine der paarweise zusammengehörenden Trommeln werden 5 **kg** Brocken des zu prüfenden Materials, in die andere solche des Normalmaterials (Porphyr oder Basalt) eingebracht. Die Steinbrocken sollen ungefähr die Gröfse des Schotters (nicht über 6 **cm**) besitzen und sind vorher durch Waschen zu reinigen. Nach der Füllung werden die Trommeln in langsam drehende Bewegung gesetzt, so dafs die Behälter 200 Umdrehungen in der Stunde machen. Nach 5 Stunden, also nach 1000 Umdrehungen, wird der Inhalt der Trommeln durch zwei Siebe von 10 **mm** und 1,6 **mm** Lochweite geschieden und der durch letzteres Sieb hindurchgefallene Schotter getrocknet und gewogen. Dieses Gewicht, bezogen auf den vorherigen Inhalt des Behälters von 5 **kg**, gibt den Grad der Abnutzbarkeit an.

Abb. 63.
Maschine zur Bestimmung der Abnutzung des Materials.



Es ist einleuchtend, dafs harte Materialien bezüglich der Abnutzbarkeit den weicheren vorzuziehen sind; sie haben aber häufig den Nachteil, dafs sie unter Einwirkung des Verkehrs glatt werden und zum Stürzen der Zugtiere Veranlassung geben können. Dieser Nachteil zeigt sich namentlich bei Basalt und Porphyr, kommt aber bei Steinschlagbahnen, die wir hier vorzugsweise im Auge haben, weit weniger in Betracht, als bei gepflasterten Strafsen. Es wird aber auch bei diesen eine zahlenmäfsige Bewertung dieser Eigenschaften des Glattwerdens wohl kaum Platz greifen können, weshalb nur auf die Ausführungen zu verweisen ist, die wir bei gepflasterten Strafsen machen werden (s. Kap. II, § 5 unter 1. h).

Aufser den oben in Betracht gezogenen Einflüssen des Verkehrs sind noch die Wirkungen der Atmosphärilien auf die Materialien zu untersuchen, welche man mit dem Ausdruck Verwitterung bezeichnet. Von wesentlicher Bedeutung ist erfahrungsgemäfs die Einwirkung des Frostes, indem nach wieder eintretendem Auftauen das Gefüge des Gesteins lockerer wird und die Druckfestigkeit abnimmt.

d) Frostbeständigkeit. Ein Mafs für die Frostbeständigkeit kann man dadurch erhalten, dafs man Proben des Materials in Eiskästen in den Prüfungsanstalten

---

[91]) Vergl. Bauschinger, Mitteilungen aus dem mech.-technischen Laboratorium der Technischen Hochschule in München, IV. Heft (1884).

[92]) Ann. des ponts et chaussées 1879.

zum Gefrieren bringt und nach dem Auftauen das Gewicht der abgebröckelten Teile ermittelt. Die Proben werden zu diesem Zweck zuerst nur teilweise in Wasser eingetaucht und dann nach und nach ganz unter Wasser gebracht. Nachdem sie einige Tage im Wasser gelegen haben und anzunehmen ist, dafs die Poren vollständig mit Wasser gefüllt sind, kann der Gefrierprozefs eingeleitet werden.

e) Das Wasseraufnahmevermögen endlich kann dadurch ermittelt werden, dafs man die Proben sorgfältig trocknet, ohne sie zu stark zu erwärmen, dann einige Tage ins Wasser legt und die Gewichtszunahme ermittelt. Es ist einleuchtend, dafs die Brauchbarkeit eines Gesteins mit dem Wasseraufnahmevermögen abnimmt, aber es wird grofse Schwierigkeit haben, hierfür rechnerisch Regeln oder Formeln aufzustellen.

Ausgedehnte Versuche über das Verhalten verschiedener Strafsenmaterialien bezüglich der Festigkeit, Abnutzbarkeit und Wasseraufnahme hat die württembergische Strafsenbauverwaltung[93]) in den 80er Jahren angestellt: die geschliffenen Probewürfel hatten eine quadratische Grundfläche von 55 **mm** und eine Höhe von 60 **mm**. Es wurde hierbei die Druckfestigkeit in trockenem und nassem Zustande ermittelt; die Prüfung der Abnutzbarkeit erfolgte durch Schleifen mit einer gufseisernen, sich drehenden Scheibe in 0,5 **m** Abstand des Schwerpunktes der geschliffenen Fläche von der Achse der Scheibe und bei einer Belastung der Probekörper von 30 **kg** unter Verwendung von 0,02 **kg** Naxosschmirgel No. 3 für 10 Scheibenumdrehungen. Die Abnutzung wurde jedesmal für 100 Umdrehungen der Scheibe ermittelt. — Nach Bestimmung der Abnutzung wurden an die Würfel mittels Diamantstahl zwei parallele Flächen angehobelt und unter Benutzung einer hydraulischen Presse ihre Druckfestigkeit festgestellt. Die Ergebnisse der Untersuchung sind in Tabelle XVIII (S. 130 u. 131) zusammengestellt.

Um aus den Ergebnissen der Materialprüfung nach den verschiedenen Richtungen einen Mafsstab über die Brauchbarkeit in einfachster Weise zu erhalten, kann die Beobachtung über Wasseraufnahmefähigkeit, als einen minder wichtigen Einflufs ausübend, aufser acht gelassen werden und es sollen daher nur die Druckfestigkeit und das Abreibevermögen in Betracht gezogen werden. Nehmen wir unter Benutzung der Tabelle XVIII den Verbrauchskoeffizienten proportional der Verhältniszahl der Abnutzung γ und umgekehrt proportional zu derjenigen der Druckfestigkeit α an, so erhalten wir unter der Annahme eines Verbrauchskoeffizienten = 1,0 für das widerstandsfähigste Material (Basalt) Zahlen, deren geometrisches Mittel einen Mafsstab für die Verwendbarkeit des Materials abgeben dürfte. Die Ergebnisse der Rechnung enthält Tabelle XIX (S. 132).

In Tabelle XVII ist in der vorletzten Spalte ein Koeffizient für jedes Material aufgenommen, welcher als relativer Wert des Materials, der Basalt = 1,0 gesetzt, bezeichnet ist. Dieser Koeffizient stellt einfach den Ausdruck $\frac{\alpha}{\gamma}$ vor, wo γ die Verhältniszahl der Abnutzung, α die Verhältniszahl der Druckfestigkeit bezeichnet. Setzt man wieder den Verbrauchskoeffizienten dieser Wertziffer umgekehrt proportional, so erhält man die in der letzten Spalte der Tabelle XIX (S. 132) eingesetzten Werte, die aber für einzelne weiche Materialien so hohe Zahlen ergeben, dafs sie mit der Erfahrung bei weitem nicht übereinstimmen, wie aus den auf Probestrecken gewonnenen Ergebnissen hervorgeht. Deshalb dürfte die Herleitung der Verbrauchskoeffizienten, wie sie mittels Tabelle XIX erhalten werden, den Vorzug verdienen.

Eine Verwertung des Koeffizienten der Wasseraufnahme dürfte grofse Schwierigkeiten haben. Er müfste jedenfalls mit geringer Wertbemessung in die Ableitung des Wertkoeffizienten aufgenommen werden. Man könnte vielleicht die aus den nach verschiedenen Richtungen angestellten Versuche über das Verhalten der Materialien in der Richtung verwenden, dafs man aus den Verbrauchskoeffizienten, die sich 1. aus Druckfestigkeit, 2. aus Widerstand gegen Abreiben, ferner 3. aus Frostbeständigkeit u. s. w. ergeben, das arithmetische Mittel in der Art nimmt, dafs man etwa die Verbrauchsziffer aus 2. dreifach, diejenige aus 1. zweifach, die übrigen einfach in Rechnung stellt. Ein derartig angestellter Versuch ergab aber keine gröfsere Übereinstimmung mit den auf Probestrecken gewonnenen Ergebnissen, es dürfte deshalb wertlos sein, die Untersuchung weiter zu verfolgen.

Ähnliche Versuche liegen auch von der badischen Strafsenbauverwaltung vor, welche im Jahre 1882 im mech.-techn. Laboratorium in München Versuche über das Verhalten der Unterhaltungsmaterialien anstellen liefs.[94]) Die Zusammenstellung der Versuche ist in dem Strafsenbau von

[93]) Verwaltungsbericht der Königl. Ministerial-Abteilung für den Strafsen- und Wasserbau. I. Abteilung, 1892, S. 9 u. ff.

[94]) Statistische Betrachtungen über den Aufwand für Unterhaltung der Landstrafsen in Baden, 1882.

Tabelle

Übersicht über die Festigkeitsversuche und Abnutzungsproben mit den zur

No.	Geognostische Bezeichnung des Materials	Fundort des Materials	Spezifisches Gewicht	Wasseraufnahme in % auf 1 kg Steingewicht β	Druckfestigkeit in trockenem Zustand, senkrecht z. Lager: höchster Betrag	senkrecht z. Lager: niederster Betrag	senkrecht z. Lager: Mittelwert	parallel z. Lager: höchster Betrag	parallel z. Lager: niederster Betrag	parallel z. Lager: Mittelwert
					Ungeschichtete					
1	Granit (Gang in Gneifs).	Kienbächle bei Baiersbronn, O./A. Freudenstadt.	2,60	0,114	1898	1649	1799	—	—	—
2	Aplit (Halbgranit).	Staatswald Schöngarn. Wildbad-Schönegründ, O./A. Neuenburg.	2,61	0,105	1863	1673	1793	—	—	—
3	Granitporphyr (Gang in Granit).	Bruch von Villeroy bei Schenkenzell. Baden.	2,60	0,077	1643	1568	1615	—	—	—
4	Porphyr.	Dossenheim bei Heidelberg, Baden.	2,45	1,479	2033	1715	1889	—	—	—
5	Basalt (Kuppe im weifsen Jura ε).	Steinbruch im Staatswald Eisenrüttel bei Urach.	3,07	0,025	2220	1952	2094	—	—	—
6	Basalt (Dolerit).	Katzenbuckel bei Eberbach, Baden.	2,90	0,025	2827	2567	2691	—	—	—
					Geschichtete					
1	Oberer Buntsandstein, Kieselsandstein	Kienberg bei Christophsau, Freudenstadt.	2,46	1,137	1746	1301	1502	1460	1219	1357
2	Mittl. Muschelkalk.	Markung Thalheim, O./A. Heilbronn.	2,70	0,020	1579	1490	1530	1560	1331	1478
3	Keupersandstein.	Mönchsberg bei Mainhardt, O./A. Weinsberg.	2,54	1,339	1121	1057	1079	1082	613	883
4	Lias α (Arietenkalk).	Herlikofen, O./A. Gmünd.	2,65	0,730	1294	1103	1225	1259	1152	1194
5	Unt. weifser Jura β.	Unterkochen, O./A. Aalen.	2,53	2,248	1166	1060	1122	1364	1290	1323
6	Oberer weifser Jura ζ, Plattenkalk.	Friedingen, O./A. Riedlingen.	2,58	1,328	2058	1574	1773	1471	1037	1292

Löwe, S. 390 u. 391 übersichtlich dargestellt, es sind sodann wie in der Tabelle XVIII der Württ. Verwaltung Verhältniszahlen $\frac{\alpha}{\gamma}$ bestimmt worden, mit deren Benutzung für jedes Material die Anzahl Kubikmeter Unterhaltungsmaterial auf das lfd. m Strafse berechnet wurden. Die hierdurch bei verschiedener Verkehrsgröfse erreichten Ergebnisse werden sodann auf den badischen Strafsen zur Aufstellung von Voranschlägen benutzt (hierüber zu vergl. § 19, S. 158 u. 160).

Wir werden im Folgenden sehen, wie weit die gefundenen Wertziffern mit den Ergebnissen der Erfahrung übereinstimmen.

Zu erwähnen ist noch, dafs in neuerer Zeit in Hessen und Württemberg durch mikroskopische Untersuchungen einzelner Materialien festgestellt wurde, ob und in wie weit schon eine Verwitterung einzelner Bestandteile dieser Materialien stattgefunden hat, so dafs es häufig möglich ist, ohne vorherige Vornahme zeitraubender

XVIII.

Unterhaltung der Staatsstrafsen in Württemberg verwendeten Gesteinsarten.[95])

in Kilogramm f. d. qcm							Abnutzung in Gramm bei 100 Umdrehungen der Drehscheibe							Relativer Wert des Materials. Wert des Dolerit = 1,000 = α : γ	Verbrauchskoeffizient k = γ : α
in nassem Zustand						Verhältniszahl der Druckfestigkeit α	in trockenem Zustand			in nassem Zustand			Verhältniszahl der Abnutzung γ		
senkrecht z. Lager			parallel z. Lager												
höchster Betrag	niederster Betrag	Mittelwert	höchster Betrag	niederster Betrag	Mittelwert		höchster Betrag	niederster Betrag	Mittelwert	höchster Betrag	niederster Betrag	Mittelwert			
Gesteine.															
1872	1594	1751	—	—	—	0,668	5,8	5,0	5,5	10,2	8,8	9,3	0,949	0,704	1,42
1599	1455	1534	—	—	—	0,666	6,6	5,9	6,3	9,6	9,2	9,4	0,959	0,695	1,44
1865	1643	1754	—	—	—	0,600	5,3	4,5	5,0	9,5	8,3	8,7	0,888	0,676	1,48
2043	1902	1949	—	—	—	0,702	3,8	3,8	3,8	7,4	7,0	7,2	0,735	0,955	1,05
2250	1752	2056	—	—	—	0,778	10,8	8,2	9,5	21,2	14,1	17,4	1,776	0,438	2,28
—	—	—	—	—	—	1,000	—	—	—	10,9	8,7	9,8	1,000	1,000	1,00
Gesteine.															
1625	1322	1476	1805	1457	1680	0,531	4,5	4,0	4,2	9,3	6,8	7,9	0,806	0,659	1,52
1334	1312	1326	1525	801	1243	0,559	38,3	27,0	31,2	45,7	38,0	42,0	4,286	0,130	7,67
—	—	—	—	—	—	0,364	—	—	—	39,0	21,3	31,4	3,204	0,114	8,77
1048	815	954	1202	938	1110	0,449	34,0	27,3	30,4	64,3	40,6	48,3	4,929	0,091	10,99
1019	871	945	1296	1190	1226	0,454	35,7	28,4	32.0	98,0	57,4	75,1	7,663	0,059	16,95
986	825	897	1386	1142	1264	0,569	44,8	25,1	35,7	80,5	42,8	53,0	5,408	0,105	9,52

Proben, einzelne Materialien ohne weiteres von der Verwendung auszuschliefsen. Der Beginn von Zersetzungsprozessen zeigt sich namentlich bei manchen Basalten, die verhältnismäfsig grofse Verbrauchsziffer in Tabelle XVIII für Jurabasalt scheint ebenfalls schon auf teilweise eingetretene Verwitterung hinzuweisen.

3. Die **Erprobung der Materialien auf Versuchsstrecken** führt unmittelbarer, als die in einer Prüfungsanstalt vorgenommenen Prüfungen auf die Feststellung der Wertziffern. Bahnbrechend auf diesem Gebiete ist Frankreich vorgegangen, später folgten Bayern und Württemberg diesem Beispiel nach.

[95]) Die Verhältniszahlen der Druckfestigkeit für ungeschichtete Materialien sind aus dem Mittelwert für trockenen Zustand berechnet, diejenigen für geschichtete Materialien aus dem Mittelwert senkrecht und parallel zum Lager, ebenfalls für trockenen Zustand.

Tabelle XIX. **Verwendbarkeit des Gesteins.**

No.	Material	Verbrauchskoeffizienten		
		aus Druckfestigkeit $m = \frac{1}{\alpha}$	aus Abnutzbarkeit $n = \gamma$	Mittel $= \sqrt{m \cdot n}$
	Ungeschichtete Gesteine.			
1	Granit	1,497	0,949	1,19
2	Aplit	1,501	0,959	1,20
3	Granitporphyr	1,667	0,888	1,22
4	Porphyr	1,424	0,735	1,02
5	Basalt aus dem Jura	1,285	1,776	1,51
6	Basalt (Dolerit)	1,0	1,0	1,0
	Geschichtete Gesteine.			
1	Buntsandstein (Kieselsandstein)	1,883	0,806	1,23
2	Mittlerer Muschelkalk	1,789	4,286	2,77
3	Keupersandstein	2,747	3,204	2,96
4	Lias α (Arietenkalk)	2,227	4,929	3,31
5	Unterer weifser Jura β	2,203	7,663	4,12
6	Oberer weifser Jura ζ (Plattenkalk)	1,757	5,408	3,09

In Frankreich ging man von der Voraussetzung aus, dafs der Verbrauch an Beschotterungsmaterial gleichmäfsig mit dem Verkehr zunehme und es hat zunächst das Ministerium der öffentlichen Arbeiten in regelmäfsigen Zwischenräumen von 5 bis 8 Jahren genaue Zählungen des Strafsenverkehrs in der Weise vornehmen lassen, dafs an jedem 13. Tage, somit je 4 mal an jedem Wochentage im Jahre die Zugtiere gezählt wurden. Mit Rücksicht auf die verschiedene Belastung der Wagen wurden 5 Gattungen unterschieden und dieselben folgendermafsen bewertet:[96])

α.	Beladenes Fracht- oder landwirtschaftliches Fuhrwerk	1
β.	Beladenes oder leeres öffentliches Reisefuhrwerk	1
γ.	Privatfuhrwerk oder leeres Frachtfuhrwerk	$^1/_2$
δ.	Einzelne nicht eingespannte Pferde und Grofsvieh	$^1/_5$
ε.	Kleinvieh	$^1/_{30}$.

Auf den Probestrecken wurde jährlich die Abnutzung der Schotterdecke durch Profilaufnahme genau gemessen, oder geschah die Messung dadurch, dafs die Abnutzung der Decke durch Abmessung an aufgehauenen Stellen unmittelbar erhoben wurde. Zu diesem Behufe wurde vor dem Aufbringen des neuen Geschlägs die Versuchsstrecke mit dünnflüssigem Teer überzogen. Für das neu aufgebrachte Geschläg wurde die Annahme gemacht, dafs 1 **cbm** fester Strafsendecke einer Menge von 1,4 **cbm** lose geschütteten Materials entspricht.

Indem man die auf der Probestrecke f. d. Jahr ermittelte Abnutzungsmenge auf das Kilometer und 100 Zugtiere bezog, gelangte man für das beste Material — den Vogesenbasalt — auf einen jährlichen Verbrauch von 15 **cbm**, für das geringste Material, einen weichen Kalkstein, auf 60 **cbm** f. d. **km** und 100 Zugtiere. Hiernach ist die Tabelle XVI der Wertziffern (S. 126) gebildet worden.

---

[96]) Siehe Dietrich, Die Baumaterialien der Steinstrafsen, S. 23 u. 24; auch v. Willmann, Strafsenbau. Fortschr. d. Ing.-Wissensch. II. 4, S. 24 u. ff., woselbst die Originalaufsätze ausführlich angegeben sind.

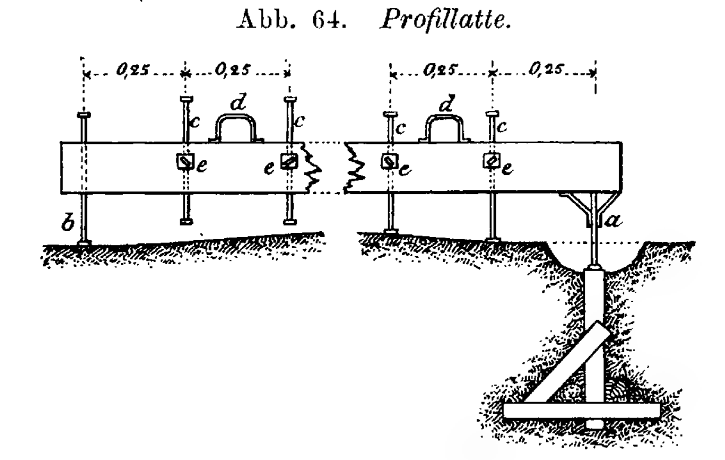
Ähnliche Versuche wurden später in Bayern (1881) angestellt, ebenso in Hannover und Württemberg; ehe wir auf diese Arbeiten näher eingehen, mögen einige Verfahren näher beschrieben werden, welche zur Ermittelung der jährlichen Abnutzung dienen.

In erster Linie wird es nötig sein, sich darüber Gewifsheit zu verschaffen, dafs nicht während der Zeit der Beobachtungen durch Walzen der Strafsen, durch Frost und andere Einflüsse Veränderungen des Strafsenkörpers eingetreten sind, was die Ergebnisse der Messung wesentlich beeinflussen würde; es wird deshalb häufig nicht zu umgehen sein, durch Aufgrabungen die Höhenlage des Strafsenkörpers zu prüfen.

Die Anwendung gewöhnlicher Nivellierinstrumente und Nivellierlatten ist wohl ausgeschlossen, da solche nicht die erforderliche Genauigkeit der Messung ergeben, dafür hat man sich in Bayern eines von Oberbaurat Schmidt angegebenen Profilographen bedient.[97]) Erwähnt sei, dafs es nach Dietrich genügt, alljährlich vor der Herbsteinbettung, nachdem die Fahrbahn gehörig abgekehrt worden ist, in Abständen von 2 bis 4 m Querprofile aufzunehmen.

Das von Landesbaurat Nessenius[98]) angegebene Messungsverfahren besteht in Folgendem (s. Abb. 64): Im Fufswege der Strafse wird an jeder Profilstelle ein Festpunkt hergestellt, dessen Oberfläche etwa 10 cm unter der Fufswegoberfläche liegt, und zum Schutz gegen Beschädigungen mit Boden überschüttet wird. Auf diesem wird der feste 30 cm hohe Tragständer *a* eines durch Flacheisen versteiften, an den Handgriffen *d* von 2 Arbeitern getragenen Brettes (vergl. Abb. 64) gesetzt. Mit Hilfe einer sehr empfindlichen Libelle und des durch Schraubengewinde beweglichen, mit einer 5 cm breiten Fufsplatte versehenen Tragständers *b* wird das Brett in wagerechte Lage gebracht, dann werden die im Brette in Abständen von je 25 cm steckenden, mit glatten Füfsen versehenen, etwa 50 cm langen Stäbe *c* bis auf die Steinbahn niedergelassen und durch Andrehen der Klemmschrauben *e* in ihrer Lage festgehalten. Die Mafse zwischen der Unterfläche des Brettes und der Unterkante der Stabfüfse werden nach Niederlegung des Brettes mit dem Zentimetermafs ermittelt und in wahrer Gröfse (die Längen 1 : 20) auf Quadratpapier aufgetragen. Diese Eintragungen geschehen stets auf demselben Blatt eines gehefteten Buches und ergeben, da die Höhenlage des Brettes über dem Festpunkt stets dieselbe ist, sofort die Abnutzung gegenüber den in den früheren Jahren eingetragenen Profilen. Die Mefsvorrichtung ist in einer der Breite der zu beobachtenden Steinbahn entsprechenden Länge anzufertigen.

Abb. 64. *Profillatte.*



Die in Württemberg in den Jahren 1886 bis 1888 angestellten Versuche, welche im Auftrage der Kammer der Abgeordneten vom Jahre 1883 ausgeführt wurden, mögen hier näher beschrieben werden. Sie hatten den Zweck, möglichst richtige Anhaltspunkte darüber zu gewinnen, mit welchen Gesteinsarten die Staatsstrafsen am besten und billigsten unterhalten werden können. Württemberg ist allerdings reich an allen möglichen Gesteinsarten, indem alle geognostischen Schichten, vom Granit an bis zu den obersten Schichten des weifsen Jura, aufserdem vulkanische Gesteine und im württembergischen Oberland auch die tertiären Gesteine und die alpinen Geschiebeablagerungen des Diluviums vertreten sind, dagegen herrschen in einzelnen ausgedehnten Gebietsteilen die geringwertigen Materialien vor; so sind auf dem Gebiete der schwäbischen Alb nur Kalksteine zu finden, welche sehr weich und meist nicht einmal wetterbeständig sind, im Schwarzwald besteht das Gebirge gröfstenteils aus Buntsandstein, der zwar einen guten Baustein abgibt, der aber wegen seiner geringen Härte höchstens zum Strafsenunterbau verwendbar ist, so dafs als Strafsenmaterial meist Muschelkalk aus dem Neckartal verwendet werden mufs. Es ist deshalb sehr häufig, auch für Strafsen mittleren Verkehrs, die Frage zu lösen, ob das teuere, aus grofser Entfernung beizuschaffende Strafsenmaterial eine um so viel längere Dauer oder

[97]) Vergl. Dietrich, Die Baumaterialien der Steinstrafsen, S. 17.

[98]) Deutsche Bauz. 1888, S. 98.

geringere Verbrauchsziffer aufweist, dafs der jährliche Aufwand hinter dem zurückbleibt, welcher für das in nächster Nähe befindliche mangelhafte Material aufzuwenden ist.

Für die Vornahme der genannten Versuche wurde eine besondere Verfügung[99]) erlassen, welche im wesentlichen folgendes bestimmt:

„Die Grenzen der Versuchsstrecken sind mittels Pflöcken oder Latten mit angemessener Aufschrift deutlich zu bezeichnen. Ehe im kommenden Herbst (1884) mit den ordentlichen Ausbesserungen der Fahrbahn begonnen wird, sind von den Versuchsstrecken Querprofile in Entfernungen von 10 **m** genau aufzunehmen, im Mafsstab 1:100 für die Längen und 1:10 für die Höhen aufzutragen und schwarz auszuziehen. Alsdann ist die normale Beschaffenheit und Wölbung der Strafse mittels Einlegen von Kleingeschläg, bezw. von Kies nach Schablonen herzustellen und dabei für jede Versuchsstrecke genau zu erheben, wieviel Kubikmeter zerkleinerten Materials oder Kieses zur Instandsetzung der Fahrbahn verwendet wurde.

Nach vollzogener Instandsetzung der Fahrbahn sind, sobald das eingebrachte Geschläg durch den Verkehr oder durch die Walze entsprechend verbunden ist, an denselben Stellen wie früher Querprofile über den nunmehrigen Zustand der Fahrbahn aufzunehmen und die Ergebnisse in die ersten Profile mit grüner Farbe einzutragen.

Nach den Querprofilen und neben diesen ist der Kubikinhalt des eingebrachten Geschläges oder Kieses zu berechnen und durch Vergleichung der so gefundenen Zahl mit dem vor dem Einbringen auf Haufen gemessenen Geschläg oder Kies für jede Versuchsstrecke die Verhältniszahl zwischen festgefahrenem, bezw. festgewalztem und aufgeschaufeltem, zerkleinertem Material zu berechnen.

Das Material, welches während eines Jahres zum Flicken kleinerer Beschädigungen erforderlich wird, ist genau zu messen.

Die Versuchsstrecken sind so anzuordnen, dafs auf jeder, in ihrer ganzen Ausdehnung, der Verkehr ein möglichst gleichartiger ist. Strafsenstrecken, in welche Seitenwege einmünden, sind daher zu vermeiden.

Damit die Abnutzung der Fahrbahnen eine möglichst gleichartige werde, ist das auf den Versuchsstrecken zur Verwendung kommende Material vor dem Einbringen in die Fahrbahn von unreinen Bestandteilen, sowie von Sand oder Grus mittels Werfen durch Gitter oder mittels kleiner Rüttelsiebe von etwa 40/60 **cm** Gröfse zu trennen; das durchfallende Material kann zur Nebenweg- und Trottoirunterhaltung oder zum Übergrunden der einigermafsen befestigten Geschlägsdecke Verwendung finden."

Die Untersuchungen erstreckten sich auf geschichtete und ungeschichtete Gesteinsarten, die Zahl der sämtlichen Versuchsstrecken betrug 80 und zwar durchschnittlich 5 für die Inspektion. Diese 80 Versuchsstrecken wurden in 380 Unterabteilungen getrennt und von diesen 205 eingewalzt; die übrigen 175 blieben ungewalzt. Die Länge der einzelnen Unterabteilungen schwankt zwischen 50 und 100 **m** und beträgt im Durchschnitt 60 **m**, die Gesamtlänge der Versuchsstrecken betrug rund 24 **km**. Hiervon waren etwa 13 **km** gewalzt und etwa 11 **km** ungewalzt. Über die Versuchsergebnisse wurden folgende drei Übersichten angefertigt:

1. Die einzelnen Unterabteilungen, geordnet nach der Gröfse des täglichen Gesamtverkehrs auf den Versuchsstrecken;
2. die einzelnen Materialgattungen, geordnet nach den verschiedenen Verkehrsklassen;
3. die verschiedenen Gesteinsarten;

aufserdem sind die Versuchsergebnisse auch teilweise bildlich dargestellt worden.

Wir geben in Tabelle XXI (S. 136 u. 137) einen Auszug aus der Zusammenstellung zu 3.; die Tabelle enthält als Mittelwerte sämtlicher Versuchsstrecken den Materialaufwand für die verschiedenen Materialien auf gewalzten und ungewalzten Strecken, ferner die Kosten für das Material und für Handarbeit und die Gesamtkosten für die Unterhaltung f. d. Kilometer und 100 Zugtiere, auch haben wir noch in den beiden letzten Spalten die Werte der Verbrauchsziffern hinzugefügt (s. oben S. 126), wobei der Materialbedarf für das beste Material (Granitporphyr) = 1 gesetzt ist.

Die Vergleichung der erhaltenen Zahlen zeigt nun sofort Widersprüche, sofern der offenbar minderwertige weifse Jura β eine kleinere Verbrauchsziffer zeigt, als der härtere Muschelkalk, ja sogar als der Granit, ebensowenig ergibt sich eine Übereinstimmung mit Tabelle XIX, welcher die Untersuchungen über Festigkeit und Abnutzbarkeit der Materialien zugrunde liegen; die Ergebnisse beider Tabellen sind mehrfach widersprechende.

---

[99]) Verwaltungsbericht der Königl. Ministerial-Abteilung für den Strafsen- und Wasserbau. I. Abteilung. Strafsenwesen, 1894.

Noch gröfsere Unterschiede ergeben sich aber, wenn der Materialbedarf einzelner Versuchsstrecken von verschieden grofsem Verkehr gegenseitig verglichen wird; wir entnehmen den (oben nicht erwähnten) Tabellen zu 1. für einige wichtige Strafsenmaterialien folgende Zahlen:

Tabelle XX. **Materialverbrauch für das Kilometer und 100 Zugtiere.**

Verkehrsklasse	I über 1000 Zugtiere	II 500—1000 Zugtiere	III 250—500 Zugtiere	IV 100—250 Zugtiere	V 50—100 Zugtiere	VI 30—50 Zugtiere
Muschelkalk	17	11—37	15—60	14—127	15—37	57
Dossenheimer Porphyr .	7—19	5—33	10—20	9—26	14—19	31

Gegenüber dem in Tabelle XXI (S. 136 u. 137) gegebenen Durchschnitt von 31,2 **cbm** für Muschelkalk und 16,8 **cbm** für Dossenheimer Porphyr für gewalzte Probestrecken erscheinen die Unterschiede der Verbrauchsmenge für ein und dasselbe Material aufserordentlich grofs, während andererseits die Unterschiede in der Unterhaltungsmenge zwischen hartem und weichem Gestein bei weitem nicht so hervortreten, als die Ergebnisse der Untersuchungen in Prüfungsanstalten erwarten liefsen, wie solche in Tabelle XIX erhalten werden. Die Erklärung der erwähnten Widersprüche könnte nun darin gesucht werden, dafs die Erhebungen der Verbrauchsmenge nicht überall mit derselben Pünktlichkeit und mit genügender Gleichmäfsigkeit erfolgt sind, dafs an einzelnen Versuchsstrecken Setzungen u. s. w. unbemerkt geblieben sind u. dergl. Dies dürfte aber unwesentlichen Einflufs gehabt haben und der Hauptgrund darin zu suchen sein, dafs je nach der Steigung der Strafse und je nach ihrer Lage gegen die Sonne und die herrschende Windrichtung das Verhalten der Materialien ein ganz verschiedenes ist, auch der Umstand dürfte in Betracht kommen, dafs die Einwirkung schweren Fuhrwerks nicht dem Gewicht proportional, sondern in höherem Mafse in Rechnung zu stellen ist. Die spezifische Radbelastung (Druck f. d. **qcm**) übt wohl den gröfsten Einflufs aus, ein schwerbeladenes Fuhrwerk mit schmalen Radfelgen schadet mehr, als mehrere leichte Fuhrwerke von demselben Gesamtgewicht. Immerhin geben die Tabellen mancherlei schätzenswerte Anhaltspunkte bezüglich der Strafsenunterhaltung und weisen zunächst darauf hin, dafs bei gewalzten Strafsenstrecken der Materialaufwand meist sich geringer herausstellt, als auf ungewalzten, und dafs meist bei der ersteren der Gesamtaufwand einschliefslich Handarbeit und Walzen geringer ist, als bei den letzteren. Wenn man von den sonstigen Vorteilen des Walzens ganz absieht, so spricht dies bei gröfseren Ausbesserungen für ausschliefsliche Verwendung der Strafsenwalzen.

Hervorzuheben sind ferner die geringen Kosten der mit alpinem Kies unterhaltenen Strafsen gegenüber dem Porphyr von Dossenheim, welcher im Durchschnitt f. d. Kubikmeter und 100 Zugtiere ebensoviel kostet, wie Muschelkalk. Es hängt dies wohl damit zusammen, dafs, wie häufige Erfahrungen zeigen, dieser Porphyr bei Tauwetter jeden Zusammenhang verliert, wohl infolge der glatten, die Verwendung der einzelnen Teile ausschliefsenden Beschaffenheit des Materials. Das Schlufsergebnis der Untersuchungen ist in dem genannten Verwaltungsbericht der Königl. Ministerial-Abteilung S. 74 folgendermafsen zusammengefafst:

a) Bei starkem Verkehr — von etwa 1500 Zugtieren täglichem Gesamtverkehr an, — ist aufser bei ganz besonders günstigen Lage- und Steigungsverhältnissen die Unterhaltung der Strafsen mit Schotter nicht mehr lohnend und daher der Übergang zu einer anderen Befestigungsweise der Fahrbahn. Pflasterung oder dergl. zu empfehlen und anzustreben.

Tabelle

Übersicht über vergleichende Versuche bezüglich des wirtschaftlichen Wertes

Versuchsstrecke							Gewalzte					
im ganzen		gewalzt		ungewalzt				Materialverbrauch		Aufwand für Material		
Länge	Breite der Fahrbahn	Länge	Breite der Fahrbahn	Länge	Breite der Fahrbahn	Unterhaltungsmaterial	Tägl. Gesamtverkehr von 1886/88	f. d. km	f. d. km und 100 Zugtiere Q_1	f. d. cbm Material	f. d. km	f. d. km und 100 Zugtiere
m	m	m	m	m	m			cbm	cbm	M.	M.	M.
400	4,7	200	4,7	200	4,7	Granit vom Kienbächle und vom Stiftswald.	117	34,0	**29,1**	10,65	362	310
200	5,0	100	5,0	100	5,0	Aplit vom Kohlhäusle	100	11,5	**11,5**	13,86	161	161
100	5,0	50	5,0	50	5,0	Granitporphyr von Röthenbach	244	17,0	(Q) **7,0**	13,50	228	93
200	5,0	100	5,0	100	5,0	Porphyr von Dossenheim	405	67,8	**16,8**	14,04	952	235
300	5,3	150	5,3	150	5,3	Basalt vom Hegäu	255	22,3	**8,8**	17,37	388	152
200	4,8	100	4,8	100	4,8	Kieselsandstein von Freudenstadt	148	50,5	**34,0**	4,47	226	153
5865,5	5,1	2982,75	5,1	2882,75	5,0	Muschelkalk	262	81,8	**31,2**	6,15	503	192
550	5,3	325	5,3	225	5,2	Weifser Jura β	261	70,6	**27,0**	7,35	519	199
400	4,9	200	4,9	200	4,9	Weifser Jura ζ	245	29,8	**12,2**	5,92	176	72
800	5,2	400	5,2	400	5,2	Grubenkies	394	45,2	**11,5**	2,98	135	34
870	5,1	435	5,1	435	5,1	Alpiner Kies	235	41,8	**17,9**	2,89	121	52
1070	5,2	535	5,2	535	5,2	Flufskies	270	35,2	**13,1**	3,38	119	44

b) Die Anwendung der Walzen zur Strafsenunterhaltung ist bei allen Gesteinsarten und Verkehrsklassen vorteilhaft.

c) Es läfst sich nicht ziffernmäfsig nachweisen, mit welchen Gesteinsarten in den verschiedenen Verkehrsklassen die beste und zugleich billigste Unterhaltung der Strafsen sich erreichen läfst, doch verdient in dieser Beziehung jedenfalls bei stärkerem Verkehr, ebenso bei geringem Verkehr, die Verwendung harter Gesteinsarten den Vorzug, während bei mittlerem Verkehr auch die besseren weichen Materialien, besonders bei grofsem Preisunterschied, mit Vorteil verwendet werden können.

Da hiernach der Erfolg der angestellten Versuche im Vergleich mit dem hierdurch veranlafsten Zeit- und Geldaufwand ein geringer ist, und deren Ergebnisse für den beabsichtigten Zweck nur wenig brauchbar und nicht unmittelbar in der Praxis zu verwerten sind, wurde die Fortführung der Versuche unterlassen.

Neben den oben angeführten Versuchen zur Gewinnung von Wertziffern für Strafsenmaterialien, die, wie gezeigt, zu abschliefsenden Ergebnissen noch nicht geführt haben, sind die Vorschläge **Bauschingers** vom Jahre 1884 zu erwähnen, welche von ihm einer Versammlung aus den verschiedensten technischen Berufskreisen gegenüber gemacht wurden, um einheitliche Prüfungsverfahren für Bau- und Konstruktionsmaterialien aufzustellen. Eine Anzahl der für Strafsenmaterialien wichtigsten Fragen wurde einer ständigen Kommission überwiesen, deren Beantwortung auf einer Konferenz in Dresden 1886 gebilligt wurde. Weitere Konferenzen fanden 1890 in Berlin und 1893 in Wien statt.

XXI.

von Strafsenunterhaltungs-Materialien 1885/88. (Geordnet nach Materialgattungen.)

Strecken												Ungewalzte Strecken									Verbrauchskoeffizient $\frac{Q_1}{Q} = \frac{\mu}{\mu_1}$	
Aufwand für Handarbeit			Aufwand für Walzen			Gesamtkosten			Tägl. Gesamtverkehr von 1886/88	Materialverbrauch		Aufwand für Material			Aufwand für Handarbeit			Gesamtkosten			Gewalzte Strecken	Ungewalzte Strecken
f. d. cbm Material	f. d. km	f. d. km und 100 Zugtiere	f. d. cbm Material	f. d. km	f. d. km und 100 Zugtiere	f. d. km	f. d. km und 100 Zugtiere	f. d. qm Fahrbahn und 100 Zugtiere		f. d. km	f. d. km und 100 Zugtiere Q_1	f. d. cbm Material	f. d. km	f. d. km und 100 Zugtiere	f. d. cbm Material	f. d. km	f. d. km und 100 Zugtiere	f. d. km	f. d. km und 100 Zugtiere	f. d. qm Fahrbahn und 100 Zugtiere	Granitporphyr = 1 gesetzt	
M.	M.	M	M.	M.	M.	M.	M.	Pf.		cbm	cbm	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.		
7,46	254	217	1,53	52	45	668	572	12,2	117	44,3	38,0	10,27	455	390	6,45	286	245	741	635	13,5	4,16	4,75
6,35	73	73	5,83	67	67	301	301	6,0	100	17,5	17,5	13,86	243	243	5,29	93	93	337	337	6,7	1,64	2,2
27,62	464	190	6,43	108	44	800	327	6,5	244	19,0	(Q) 8,0	13,50	252	103	24,20	450	184	702	287	5,7	1,0	1,0
3,39	230	57	3,52	239	59	1421	351	6,3	289	43,1	14,9	13,64	588	204	4,88	210	73	798	277	5,4	2,4	1,86
5,22	117	46	15,25	340	134	845	332	6,3	255	31,3	12,3	17,36	544	213	3,51	110	43	654	256	4,9	1,26	1,53
6,12	309	209	2,44	123	83	658	445	9,3	148	37,0	25,0	4,65	172	116	9,30	344	232	516	348	7,3	4,85	3,12
1,83	149	57	2,15	176	67	828	316	6,2	245	83,6	34,1	6,15	514	210	1,83	152	62	666	272	5,4	4,46	4,26
1,88	133	51	3,12	220	84	872	334	6,3	220	55,2	25,0	9,92	548	249	2,01	111	50	659	299	5,8	3,9	3,12
6,81	202	83	5,90	176	72	554	227	4,7	245	39,0	16,0	5,92	231	95	4,96	193	79	424	174	3,6	1,75	2,0
5,94	268	68	3,46	156	40	559	142	2,7	394	48,7	12,4	3,14	153	39	5,05	246	62	399	101	1,9	1,64	1,55
4,54	190	81	0,48	20	9	331	142	2,8	235	42,0	17,9	2,91	122	52	4,76	200	86	322	138	2,7	2,56	2,24
5,88	207	77	3,07	108	40	434	161	3,1	270	40,1	14,9	3,37	135	50	5,14	207	77	342	127	2,4	1,87	1,86

Die dort bezüglich der Behandlung der Strafsenmaterialien gefafsten Beschlüsse[100]) unterscheiden sich nicht wesentlich von den seither geübten Verfahrungsarten; sie mögen hier übergangen werden, da auf diesem Wege doch wohl schwerlich abschliefsende Ergebnisse über den Wert der verschiedenen Strafsenmaterialien zu gewinnen sind.

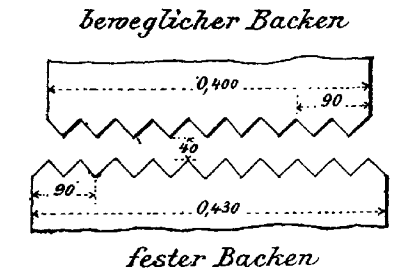
Nach unserem Dafürhalten dürfte die einzige Möglichkeit zur Bestimmung genauer Wertziffern darin zu finden sein, in einer bestimmten Strafsenstrecke mit den verschiedenen in Frage kommenden Materialsorten (deren es immer nur wenig sein werden) an gleichartig liegenden Stellen Versuchsstrecken einzulegen. Die Übertragung der Ergebnisse dieser Versuchsstrecken auf andere Strafsenzüge wird jedoch stets mit gröfster Vorsicht zu geschehen haben, jedenfalls aber dann auszuschliefsen sein, wenn sehr verschiedene Verkehrsmengen vorliegen.

§ 18. Steinbrechmaschinen. Schon seit längerer Zeit sind Versuche gemacht worden, das Kleingeschläg mit Maschinen herzustellen; es scheint der Amerikaner Blake der erste gewesen zu sein, welcher derartige Maschinen gebaut hat. Die Steine werden durch zahnförmige Brechbacken zerdrückt, wovon der eine fest, der andere durch Kniehebel und Exzenter bewegt wird; die Form der Brechbacken zeigt Abb. 65. Als bewegende Kraft kann eine Dampfmaschine (Lokomobile) oder Pferdegöpel dienen.

---

[100]) Beschlüsse der Konferenzen über einheitliche Untersuchungsmethoden bei der Prüfung von Bau- und Konstruktionsmaterialien, zusammengestellt im Auftrage der Wiener Konferenz von Prof. Bauschinger 1893.

Abb. 65. *Brechbacken.*



oder es kann auch eine Wasserkraft benutzt werden, wenn eine solche in nicht zu grofser Entfernung vom Steinbruch vorhanden ist. — Wenn die zur Gewinnung des Steinmaterials verwendeten Steinbrüche weit auseinanderliegen, dürfte ein fahrbarer Steinbrecher, der durch Lokomobilen betrieben wird, vorzuziehen sein, eine feststehende Anlage bietet allerdings den Vorteil, dafs die Vorrichtungen zum Beischaffen des Rohmaterials und zur Abfuhr des gewonnenen Schotters durch Gleisanlagen bequemer eingerichtet werden können.

Da das zwischen den Brechbacken zerquetschte Material eine sehr ungleichartige Beschaffenheit zeigt, so sind Sortiertrommeln anzuordnen, welche von der Betriebswelle aus in Bewegung zu setzen sind; die Lochgröfse des Mantels nimmt gegen das Ende der Trommel zu, das am Ende herausfallende zu grobe Material wird von Hand nachgeschlagen, oder nochmals auf die Maschine aufgegeben. Die Maschine ist so hoch aufzustellen, dafs das aus den Sortiertrommeln herausfallende Material unmittelbar in die zur Abfuhr bestimmten Rollwagen hineinfällt.

Die Erfahrung spricht sich nun bezüglich des aus solchen Maschinen erhaltenen Schotters allgemein dahin aus, dafs er wohlfeiler, aber weniger gleichartig ist, als der von Hand geschlagene, bei lagerhaftem Steinmaterial, wie Kalkstein, werden die Stücke mehr länglich als würfelförmig, was ebenfalls als Nachteil bezeichnet wird, auch erhält das weiche Material durch die starken, bei der Quetschung auftretenden Pressungen Risse, die später zu rascher Zerstörung des eingebetteten Schotters beitragen. Bei Herstellung des Schotters mittels Maschinen entsteht auch immer eine Menge von Grus, etwa 10 bis 15%, der namentlich bei weichen Gesteinsarten schwer verwertbar ist; die Schotterausbeute fällt somit um diese Grusmenge geringer aus.

In neuerer Zeit hat man einerseits Verbesserungen an den Brechbacken angebracht, andererseits hat man sich einfach darauf beschränkt, die Maschinen nur bei massigen Gesteinen, wie Basalt, Porphyr u. s. w. anzuwenden und ist bei diesen die Unregelmäfsigkeit des Schotters nicht von solcher Bedeutung, dafs die Strafsenunterhaltung gegenüber der Verwendung von Handschlägelschotter Mängel zeigt, namentlich auch mit Rücksicht darauf, dafs derartiges Material wohl ausnahmslos durch Dampfwalzen gedichtet wird.

Der Umstand, dafs bei den Steinbrechmaschinen sich neben dem eigentlichen Schotter (Normalschotter) auch eine ziemliche Menge von Feinschotter und Abfälle (Grus) bildet, ist bei harten Gesteinsarten kaum mehr als Nachteil zu bezeichnen, weil man den gereinigten Grus als Bindematerial beim Walzen, den Feinschotter zur Befestigung von Fufswegen mit grofsem Vorteil verwenden kann, so dafs für diesen Feinschotter wenig niedrigere Preise bezahlt werden, als für den eigentlichen Strafsenschotter.

Ein Beispiel liefert die Anlage zur Ausbeutung der Porphyrbrüche in Sinzheim (Baden), welche von der grofsherzoglichen Oberdirektion für Wasser- und Strafsenbau schon seit 1877 betrieben wird.[101]) Eine 10pferdige Lokomobile treibt einen Steinbrecher von 600 auf 250 **mm** Maulgröfse, die Felsen werden gesprengt und von Hand zu Stücken nicht über 20 **kg** zerkleinert. Der Steinbrecher arbeitet mit 220 bis 250 Umdrehungen in der Minute; er hat 5600 M. gekostet. Die gequetschten Steine fallen in eine zylindrische Sortiertrommel, welche 25 Umdrehungen in der Minute macht, die Trommel hat oben Löcher von 20 **mm**, im übrigen von 50 **mm**, erstere für den Grus, letztere für den

[101]) Siehe Leibbrand, Das staatliche Basaltwerk Urach. Zeitschr. f. Bauw. 1889, S. 416.

Normalschotter; der Abgang von Grus beträgt etwa 15 bis 20%, die Arbeitsleistung täglich 50 bis 60 **cbm**. Die Betriebskosten betragen bei einem Jahresergebnis von rund 16000 **cbm** für das **cbm** Geschläg: Steinbrechen und Schroten der Steine 2 M., Beifuhr vom Bruch zum Steinbrecher und Einlegen 38 Pf., Steinzerkleinerung (Kohlen, Schmiere, Heizer, Maschinenunterhaltung und Aufsicht) und Abfuhr des Schotters und des Gruses auf Lagerplätze 1,36 M., Bruchzins 20 Pf., somit Gesamtkosten (ohne Verzinsung des Anlagekapitals) 3,94 M.

Zum Vergleich sei angeführt, dafs hier in Stuttgart für die Herstellung von Porphyrschotter von Hand an Taglohn 2 M. bis 2,7 M. bezahlt wird. Die Schotterherstellung bildet eine Winterarbeit für Beschäftigungslose.

Ein zweites interessantes Beispiel ist die Steinquetscherei in Georgenau bei Urach (Württemberg), welche den in 8 **km** Entfernung vom Bahnhof Urach anstehenden Basalt bearbeitet. Eine eingehende Beschreibung der Anlage mit ausführlichen Zeichnungen enthält der oben angeführte Aufsatz von Leibbrand, dem wir folgendes entnehmen: Der verwendete Basalt hat eine Druckfestigkeit von 2300 **kg** im trockenen und von 2041 **kg** im nassen Zustande, es zeigten sich auch gute Ergebnisse bezüglich der Abnutzbarkeit durch Abschleifen, und mikroskopische Untersuchungen mittels Dünnschliffen ergaben nur wenige der Zersetzung ausgesetzte Bestandteile (Olivin), so dafs der Basalt als ein hochwertiges Strafsenmaterial befunden wurde; das spezifische Gewicht desselben ist = 3,07.

Das Brechen des stark zerklüfteten Basalts geschieht mittels Stahlpickeln, das Zerkleinern zu Stücken von nicht mehr als 10 **kg** Gewicht teils mit Stahlschlägeln, teils durch Sprengen mittels Gelatinedynamit. Die Beförderung des gebrochenen Materials vom Steinbruch erfolgt auf 500 **m** Länge mit Rollbahn von hier auf 3 **km** langem Feldweg und dann auf der Staatsstrafse im Gefälle bis zur Steinquetsche mit gewöhnlichem Fuhrwerk, ebenso die Beförderung des Schotters bis zum Bahnhof Urach.

Die Steinquetscherei in Georgenau, etwa 4,5 **km** vom Steinbruch entfernt, wird durch eine von einem Mühlenbesitzer gemietete Wasserkraft betrieben, der Besitzer erhält für das Kubikmeter erzeugten Schotter 30 Pf., wogegen der Müller das Wasserwerk zu unterhalten hat. Die für die Quetscherei vorhandene Wasserkraft beträgt etwa 19 Pferde.

Der Steinbrecher hat ein Brechmaul von 400/250 **mm** oberer Weite, die Brechbacken bestehen aus Hartgufs von Königsbronn, die Verzahnung besteht aus rechtwinkeligen Schneiden von 200 **mm** Höhe und 400 **mm** Breite (vergl. Abb. 65). Die Dauer der festen Brechbacken beträgt im Mittel 30, der beweglichen 56 Tage, wobei aber grofse Verschiedenheiten vorkommen, da einzelne Brechbacken schon nach wenigen Tagen unbrauchbar werden, das mittlere Erzeugnis beträgt für die festen Brechbacken 1500, für die beweglichen 800 **cbm**. Der Steinbrecher arbeitet mit 180 Umdrehungen in der Minute. Zur möglichsten Verhütung von Staubbildungen werden die in das Brechmaul eingeworfenen Steine angenetzt, die Lager und alle schwingenden Teile werden durch Pappstreifen abgedeckt, um das Eindringen von Staub zu verhindern.

Die Sortiertrommel hat eine Länge von 4,25 **m** und eine Neigung von 8,7%; sie besteht in neuerer Zeit aus Stahldrahtgeflecht von der Reihe nach 10, 17, 45 und 60 **mm** Weite aus Draht von 5 bis 7 **mm** Dicke und wird ebenfalls mit Wasser überrieselt. Unten sind 4 Trichter angehängt, welche das aus den einzelnen Trommelabteilungen fallende Material den untergestellten Rollwagen zuführen. Den 10 **mm** weiten Maschen entfällt Grus und Staub, den folgenden Öffnungen Feinschotter, Normalschotter und Grobschotter. Die am Ende der Trommel herausfallenden groben Steine werden von Hand nachgeschlagen, der Grus wird nachher durch einen Wasserstrahl sorgfältig geschlämmt und kann dann zur Unterhaltung von Gehwegen benutzt werden.

Das Basaltwerk ist seit dem Jahre 1886 in Betrieb. Die jährlich erzeugte Schottermenge beträgt 7000 bis 8000 **cbm**. Hiervon betrug der

Grobschotter im Jahre 1887	31%
Normalschotter	59%
Feinschotter	10%
Abfälle	15%

Die Prozentsätze sind in jedem Jahre etwas verschieden, der Abfall wechselt von 10 bis 20%. In neuester Zeit hat man auf die Herstellung von Grobschotter verzichtet, da er sich schwer einbauen läfst; man erzeugte im Jahre 1896/97[102]) neben 92% Normalschotter 8% Feinschotter, wobei sich 19% Abfall ergaben. Es machte dies nötig, die aus den Siebetrommeln herausfallenden groben Stücke nochmals in den Steinbrecher zu bringen, wodurch die jährliche Leistung etwas herabgedrückt

[102]) Verwaltungsbericht der Königl. Ministerial-Abteilung für den Strafsen- und Wasserbau. 1899, S. 26.

wurde (auf 6727 cbm in 300 Arbeitstagen, Bedienung 10 Mann, Arbeitsleistung 2,1 cbm in der Stunde). Der sich ergebende Abfall wird gegenwärtig zur Herstellung von Zementröhren und Randsteinen für erhöhte Fufswege verwendet.

Die Kosten werden in dem Leibbrand'schen Aufsatze wie folgt angegeben (1887):

Steinbrechen und Bruchzins	1,75 M.
Beförderung von Bruch zur Quetscherei und von da zum Bahnhof	3,56 „
Kosten des Quetschens einschliefslich Kraftmiete, Maschinenunterhaltung und Ersatzstücke	1,19 „
Wegeunterhaltung, Aufsicht und Sonstiges	0,63 „
Verzinsung des Baukapitals und Abschreibung an Maschinen und Gebäuden	0,44 „
	7,57 M.

Die Preise für die Quetscharbeiten sind in neuerer Zeit noch etwas herabgegangen, sie betragen nach dem Verwaltungsbericht von 1899 nur noch 99 Pf. (statt oben 1,19 M.). Schlägt man hierzu etwa 3/4 der Verzinsung und die Hälfte der Kosten für Aufsicht und Verschiedenes hinzu, so ergibt sich der Gesamtpreis für die Quetscharbeiten etwa zu 1,5 bis 1,6 M., während die Zerkleinerung des Basalts durch Handarbeit etwa 3 bis 4 M. kostet, somit gewährt die Quetscherei eine namhafte Kostenersparnis. Der Betrieb ist seit 1901 eingestellt wegen Erschöpfung des Basaltbruches.

Die Königl. Württembergische Strafsenbauverwaltung betreibt aufserdem mittels eines fahrbaren Steinbrechers die Erzeugung von Aplitschotter in dem Steinbruch Kohlhäusle im Entztal und die Zerkleinerung von Porphyr aus den Brüchen bei Heidelberg in Heilbronn. Die Abb. 14 bis 17 der Taf. VII zeigen die allgemeine Anordnung der Steinbrechmaschinen in Heilbronn[103]), die Abb. 12 u. 13 die Einzelheiten des von der Maschinenfabrik Heilbronn gelieferten Steinbrechers von 400/250 mm grofser Maulweite. Die Maschine wird durch eine Lokomobile von 12 Pferdekräften Modell II der Heilbronner Fabrik betrieben. Die Einrichtung ist, wie aus der Abbildung hervorgeht, so getroffen, dafs das aus der Sortiertrommel herausfallende Material sofort mittels Rollwagen abgeführt werden kann. Der Steinbrecher wiegt etwa 4800 kg und kostet 1850 M. ohne Fahrgestell. Gewicht mit Fahrgestell etwa 5600 kg, Preis 2300 M. Kosten der Lokomobile 6400 M. Die Kosten für Herstellung des Schotters betragen in Calw 2,20, in Heilbronn 2,53 M. f. d. cbm, wobei Aufstellungs-, Transport- und Reparaturkosten einbegriffen sind (siehe oben genannten Bericht S. 28). Die tägliche Leistung beträgt für Porphyr 32,3, für Aplit 45,5 cbm.[104])

Über die Einzelheiten der Steinbrechmaschinen, deren Kosten und Kraftverbrauch ist noch folgendes anzufügen: Die von verschiedenen Fabriken gelieferten Maschinen zeigen im Prinzip geringe Unterschiede, je nach der Beschaffenheit des zu verarbeitenden Materials werden nur die Brechbacken etwas anders zu gestalten sein. Gewöhnlich sind Reguliervorrichtungen vorhanden, um die Korngröfse des zu erhaltenden Steinschlages verändern zu können, die schliefslich von der Gröfse der Öffnungen abhängt, durch welche das Steinmaterial durchfällt. Man erreicht die Regulierung durch Keile, mittels deren die festen Brechbacken den beweglichen genähert werden können.

Von den Fabriken, welche Steinbrechmaschinen liefern, möge zunächst die Maschinenbau-Aktiengesellschaft Humboldt in Kalk bei Köln erwähnt werden, welche die Herstellung derselben als Spezialität betreibt, und Steinbrecher verschiedener Gröfse für Hand-, Riemen- oder Dampfbetrieb baut. Eine Maschine von 500/250 mm Brechmaulgröfse, Modellnummer 7, mit 12 Pferdekraft und 200 Umdrehungen in der Minute erzeugt 2 bis 4 cbm Schotter in der Stunde, wiegt 7000 kg und

[103]) Zeichnungen des Steinbrechers von der Maschinenfabrik Heilbronn mitgeteilt, Montierungszeichnungen von der Königl. Strafsenbau-Inspektion Heilbronn.

[104]) In Bayern sind ebenfalls derartige Quetschereien für Basalt im Betrieb, eine Beschreibung enthält der Leibbrand'sche Aufsatz; siehe auch Löwe, Strafsenbau, S. 304; Nessenius, Strafsenbau, S. 180 u. 181.

kostet 2510 M.[105]) Die Maschine ist nach der Bauart Marsden gebaut, der Ausschlag an der schwingenden Stelle beträgt rund 6 **mm**. Ein etwas kleineres Modell No. 6 mit 400/200 **mm** Brechmaulgröfse wiegt 4000 **kg**, kostet 1610 M. und braucht 8 Pferdekraft zum Betrieb.

Die oben beschriebene Maschine der Steinquetscherei Urach ist von der Fabrik Brink & Hübner in Mannheim hergestellt. Sie wiegt bei 400/250 **mm** Brechmaulweite 4500 **kg** und hat einschliefslich Aufstellung 1780 M. gekostet. Die Hartgufsbacken kosten: Fester Backen 42 M., beweglicher Backen 36 M., der Steinbrecher erfordert bei voller Arbeit und einem Erzeugnis von 2,2 **cbm** in der Stunde 5,4 Pferdekraft, die Kraftübertragung 2,3, zusammen 7,7 Pferdekraft.

Die Duplex-Steinbrecher von George Simson (Vertreter Jakob & Becker, Leipzig) mögen ebenfalls erwähnt werden. Dieselben sollen bei gleicher Betriebskraft mehr leisten, als die einfachen Maschinen. Erfahrungen über dieselben sind uns nicht bekannt geworden.

Zu erwähnen ist noch, dafs von einzelnen Fabriken die Brechbacken der Höhe nach aus zwei Teilen angefertigt werden, wodurch die Kosten der Erneuerung der Brechbacken geringer werden.

Ein neuer Steinbrecher, welcher von den Gates Iron Works in London hergestellt wird, unterscheidet sich von den Steinbrechmaschinen nach der Bauart Blake (s. S. 137) dadurch, dafs die Maschine fortlaufend wirkt. Die Prefsbacken sind rund um eine lotrechte Achse angeordnet, welche oben in einem festen Lager frei beweglich ist, deren unterer Teil aber mittels eines einfachen Zahnradantriebs in einem gewissen Grad von Exzentrizität, welcher von der Gröfse der Maschine abhängig ist, kreiselrund sich bewegt. Infolge dieser Bewegung nähert sich der Brechkopf, welcher unverrückbar auf der Hauptachse angebracht ist, nacheinander in der Art eines rund gehenden Pendels allen Punkten des eine feste Brechbacke darstellenden Mantels und entfernt sich gleich darauf im selben Mafse wieder. Jeder Stein, der dazwischen kommt, wird natürlich sofort zerquetscht. Die Achse und mit ihr der Brechkopf drehen sich nicht um sich selbst, es tritt also auch kein Schleifen oder Mahlen und der damit verbundene Verschleifs ein.

Gröfse 4: Preis 7650 M., Gröfse der Füllöffnung 200×690, Gewicht 9500 **kg**. Leistung 15 bis 30 **t** f. d. Stunde, Korngröfse 40 **mm**. Umdrehungen 400 i. d. Minute. Kraftbedarf 20 bis 24 Pferde (erstere Zahl für Kalksteine, letztere für Granit).

Erfahrungen über die Brauchbarkeit dieser neuen Steinbrechmaschine sind bis jetzt nicht bekannt geworden.

Weitere Konstruktionen siehe im IV. Teile dieses Handbuches (Baumaschinen), 1. Aufl., Kap. XI.

§ 19. Reinigung der Steinschlagbahnen. Unterhaltung der Fahrbahn und der Nebenanlagen. Durch die Abreibung und Zerdrückung des Materials der Steinbahn, durch die Verwitterung infolge der atmosphärischen Einflüsse, durch Aufhäufung der Abfälle der Zugtiere erzeugt sich Staub, welcher bei feuchter Witterung sich in Kot verwandelt. Staub und Kot sind an sich lästig für den Verkehr, der erstere belästigt die Fufsgänger und Fuhrwerke, er kann auch Anlafs zu Krankheiten geben, da die Abfallstoffe der Zugtiere sich mit dem Strafsenstaub mischen, so dafs leicht giftige Stoffe mit dem Staub eingeatmet werden. Die Staubplage hat in neuerer Zeit sehr stark dadurch zugenommen, dafs die oft mit rasender Geschwindigkeit auf unseren Strafsen dahinjagenden Automobile die Strafse auf grofse Erstreckung hin in dichte Staubwolken hüllen, so dafs die Übersicht über die Strafse verloren geht und der Verkehr gefährdet wird. Es kommt bei den Automobilen gegenüber dem gewöhnlichen Fuhrwerk in Betracht, dafs die Gummireifen der Räder bei Fahrgeschwindigkeiten über 30 **km**/Stunde die Fahrbahn angreifen, Staub und Steinsplitter aus den Fugen der Beschotterung aufsaugen und hierdurch die Staubmenge vermehren (ganz abgesehen von der Beschädigung der Steinbahn).

Was den Kot anbelangt, so wickelt er sich an den Wagenrädern auf, wird bei rascher Bewegung unter Beschmutzung der Fuhrwerke in die Höhe und auf die Seite geschleudert und die Bewegungswiderstände wachsen nicht unerheblich. Man

[105]) Auszug aus dem Katalog der Fabrik „Humboldt“.

könnte glauben, daſs eine Schicht Staub oder Kot die Straſse vor weiterer Zerstörung schütze, dies ist aber nicht der Fall, da Staub und Kot von den Wagenrädern auf die Seite geschoben werden. Es wird deshalb beim Bau der Straſsen oder bei ihrer Unterhaltung darauf Rücksicht zu nehmen sein, daſs einmal möglichst wenig Staub und Kot sich bilden und sodann, daſs sie baldmöglichst unschädlich gemacht werden. Ersteres wird dadurch zu erreichen sein, daſs möglichst widerstandfähiges Material zur Straſsenunterhaltung verwendet wird; die Anhäufung von Staub und Kot wird man am einfachsten dadurch vermeiden, daſs fortwährend der Staub von den Straſsen entfernt wird, die Kotbildung wird dann bedeutend eingeschränkt und wird erst bei lang anhaltendem Regenwetter eintreten können.

Geschieht die Reinigung nur periodisch, nachdem gröſsere Mengen von Staub sich angehäuft haben, so ist die Staubplage nicht gehoben. Es ist deshalb angezeigt, durch ständig angestellte Straſsenwärter die Staubentfernung besorgen zu lassen, denen Strecken von solcher Gröſse angewiesen werden, daſs sie die Arbeit des Reinigens zu bewältigen imstande sind. Zur Beseitigung des nach länger anhaltendem Regen sich bildenden Kotes müssen aber immer Hilfskräfte beigezogen werden.

In neuerer Zeit hat man die Staubplage dadurch zu verhüten gesucht, daſs die Oberfläche chaussierter Straſsen mit öligen Massen begossen wird. Hierdurch wird der Staub gebunden und ein Aufwirbeln desselben beim Darüberfahren rasch gehender Fuhrwerke verhütet, eine weitere und wohl noch wichtigere Wirkung wird aber dadurch erzielt, daſs die öligen Massen in die Chaussierung eindringen, den Schotter und die in den Fugen eingelagerten feinen Steinsplitter und den Sand zusammenkitten, so daſs das Losreiſsen einzelner Teile durch den Angriff der Räder und der Pferdehufe verhütet wird. Die Abnutzung der Straſsenoberfläche und die Staubbildung werden hierdurch verringert, wenn auch ein vollständiger Schutz der Decke durch das Aufbringen des Öles nicht erreicht werden kann, wie von manchem Straſsenbaumeister erwartet wird. Wir werden unten auf diesen Gegenstand zurückkommen.

1. Das **Abziehen des Staubes** kann mittels hölzerner oder eiserner Krücken geschehen, da aber die Straſsenoberfläche nie vollständig eben ist, so bleibt viel Staub zurück, eiserne Krücken beschädigen auch die Oberfläche, indem einzelne Steine losgerüttelt werden. Besser sind deshalb Besen oder Bürsten, die allen Unregelmäſsigkeiten sich anschmiegen und weniger hart sind. Man kann Besen aus Birkenreis oder Ginster verwenden, besser aber sind die schon seit längerer Zeit eingeführten Piassavabürsten, welche aus einer Art von spanischem Rohr bestehen, das sehr zäh und haltbar ist und fast wie Draht aussieht. Eine solche Bürste zeigt Abb. 8, Taf. VII. Preis derselben 1,60 M. für das Stück. Man hat in neuerer Zeit die Bürste noch mit einem Kratzeisen versehen, um festanhängende Kotanhäufungen entfernen zu können.

2. Das **Kotabziehen** kann nur bei nassem Wetter geschehen, wenn der Kot weich ist, also meist nur im Frühjahr oder Spätjahr und im Sommer nur kurze Zeit nach anhaltendem Regenwetter. Die schlechteste Zeit ist Tauwetter, weil hier der Kot sich mit den oberen Teilen des Steinschlags vermengt, und ein guter Teil brauchbares Steinmaterial mit abgezogen wird.

Zum Kotabziehen dienen gewöhnlich Krücken, bestehend aus einem hölzernen oder eisernen Brett mit langem, senkrecht zu dessen Fläche befestigten Stiel; sie dürfen nicht zu schwer sein, damit die Straſsenoberfläche nicht beschädigt wird. Die Entfernung des Kotes mit der Krücke geschieht nie ganz vollständig, wenn er dünnflüssig ist, deshalb bedient man sich besser ebenfalls der Bürsten, wie beim Staubabziehen.

Eine aufmerksame Strafsenbehörde wird, wie oben bemerkt, darauf sehen, dafs die Strafsenabfälle möglichst als Staub von der Strafse entfernt werden. Tritt dann Regen ein, so bildet sich in den ersten Tagen gar kein Kot, denn die Strafse trocknet sehr rasch wieder ab. Erst wenn der Regen einige Tage anhält, bildet sich nach und nach eine Kotschicht, deren Entfernung vor dem Austrocknen zu bewirken ist.

Die französischen Vorschriften vom Jahre 1839 über die Unterhaltung der Strafsen legen schon einen grofsen Wert auf das Staubabziehen; so wird dort bemerkt, dafs bei sehr trockenem Wetter Kiesstrafsen nicht so scharf abgekehrt werden dürfen, wie Kalkstrafsen, weil die einzelnen Sandkörner sich lösen, dafs nach einem kleinen Regen das Abkehren die gröfste Wirkung habe, und dafs man daran die sorgfältige Behandlung der Strafse erkenne, wenn sie vollkommen gleichmäfsige Oberfläche habe, und wenn zu ihrer Austrocknung nach Regenwetter einige Stunden genügen.

Der von der Strafse abgezogene Kot wird auf einem der Seitenbankette aufgehäuft, da hierdurch aber der Wasserablauf gehindert und der Verkehr, namentlich der Fufsgänger, beeinträchtigt ist, so mufs man für baldige Abfuhr besorgt sein, wobei allerdings abgewartet werden mufs, bis der Kot einige Festigkeit erlangt hat. Dies ein Grund mehr, durch zeitiges Abziehen des Staubes grofse Kotanhäufungen zu vermeiden.

Da das Abfahren des Strafsenschlammes mit grofsen Kosten verknüpft ist, so wird es sich empfehlen, einen Teil des abzuführenden Materials zur Ausbesserung der Strafsenbanketts, Grabenböschungen u. s. w. zu verwenden. In Württemberg ist die Abfuhr gewöhnlich in der Art vergeben, dafs der Lieferant des Steinunterhaltungsmaterials auch die Beseitigung des Strafsenkotes zu besorgen hat.

In neuerer Zeit hat man vielfach begonnen, auch auf Landstrafsen die Strafsenreinigung durch Kotabzugmaschinen und Kehrmaschinen zu besorgen. Wir werden im II. Kapitel eine Beschreibung dieser Maschinen nachtragen, da sie noch weit mehr in Städten, als auf Landstrafsen zur Anwendung kommen, hier mögen nur folgende Zahlenangaben über die Leistungen dieser Maschinen Platz finden:[106])

In Württemberg reinigt eine mit 2 Pferden bespannte Kotabzugmaschine in der Arbeitsstunde 0,654 **km** Strafse mit 2731 **qm** Oberfläche und kam die Reinigung von 1 **km** Strafse auf 1,70 M. und von 100 **qm** Strafsenfläche auf 4,06 Pf. zu stehen. Die mit 2 Pferden bespannte Kehrmaschine reinigt in 1 Stunde 0,260 **km** Strafse mit 1639 **qm** Oberfläche und betragen die Kosten für das Kilometer 3,84 M. und für 100 **qm** 6,1 Pf.

Die Reinigung der Landstrafsen mit Maschinen empfiehlt sich nur bei gröfseren Arbeiten, also auf sehr befahrenen Strafsen, oder als eine der Einbringung von Decklagen mit darauf folgendem Einwalzen vorhergehende Arbeit, da hier sehr viel darauf ankommt, dafs kurz vor Einbringen der neuen Schotterdecke die Strafse vollständig rein ist.

3. Das Bekiesen der Steinbahnen wird von manchen Strafsenbaumeistern empfohlen, oder wo es an Kies fehlt, das Überstreuen mit dünner Sandschicht.[107]) Die Überkiesung hat den Zweck, die Abnutzung der Strafsenoberfläche hintanzuhalten, indem der Kies oder Sand die in der Decke entstandenen Hohlräume und Unregelmäfsigkeiten wieder ausfüllt. Es liegt nur die Gefahr nahe, dafs der Kies- oder Sandüberzug nicht lange vorhält, ferner ist der Preis von Kies und Sand vielfach zu hoch, so dafs die Anwendung nur in besonderen Fällen sich empfehlen dürfte, namentlich nach der Vollendung und Abwalzung von Decklagen.

---

[106]) Verwaltungsbericht der Königl. Ministerial-Abteilung für den Strafsen- und Wasserbau 1899, S. 29 u. 36.

[107]) Vergl. Nessenius, Strafsenbau, S. 222—224.

4. Ölen und Teeren von Strafsen hat, wie schon oben kurz erwähnt, den Zweck, in erster Linie den Strafsenstaub zu binden und zweitens soll durch Eindringen der öligen Massen in das Schotterbett dessen Zusammenhalt vergröfsert werden, wodurch sich die Abnutzung vermindert und die Unterhaltungskosten der Strafsen verringern.

Die ersten Versuche wurden nach Feugères[108]) im Jahre 1880 auf einer Strafse in der Gironde gemacht, spätere in Algier, endlich im Jahre 1898 in Kalifornien, 1900 bis 1902 in der Umgegend von Ravenna. Seither sind ausgedehnte Versuche in Frankreich und auf verschiedenen Strafsen Deutschlands gemacht worden, welche zum Teil nicht besonders geglückt sind, aber auch schon recht gute Erfolge gezeigt haben.

Da die Anwendung der Ölung der Strafsen behufs Staubdämpfung noch verhältnismäfsig neu ist, so liegen zwar Erfahrungen über verschiedene zu verwendende Materialien, über die Art der Ausführung der Arbeiten und über die Kosten in gröfserer Menge vor, es fehlt aber namentlich noch an Angaben über die Haltbarkeit der verschiedenen Ausführungsweisen, also besonders darüber, wie oft eine Behandlung der Strafsenoberfläche im Jahre erforderlich ist, um die Staubplage gänzlich zu beseitigen und welche Jahreskosten dadurch erwachsen. Auch die Vorteile, welche das Ölen bezüglich der Kosten der Strafsenunterhaltung mit sich bringt, sind noch nicht rechnerisch festgestellt. Es dürfte dies auch für verschiedene Strafsen sehr wechselnd sein, da bei Strafsen mit sehr starkem Verkehr die Wirkung eine wesentlich geringere sein wird, als bei untergeordneten Strafsen. Auch wird das Klima und die Lage der Strafse einen grofsen Einflufs ausüben.

Wir unterscheiden nach dem verwendeten Material:

a) Das Teeren der Strafsen. Der Steinkohlenteer empfiehlt sich vermöge seiner Wohlfeilheit (Preis etwa 30 M. f. d. Tonne), jedoch wird er meist ohne vorherige Destillation verwendet. Die Strafse ist vor dem Teeren in einen guten Zustand zu bringen, Schlaglöcher sind auszubessern und herumliegende Steine zu entfernen. Am besten eignet sich wohl eine frisch eingewalzte Strecke, deren vollständige Abtrocknung und Erwärmung aber abgewartet werden mufs. Für die Arbeit mufs trockenes Wetter gewählt werden, da Feuchtigkeit sehr schädlich wirkt, indem der Teer nicht in die Chaussierung eindringt. Die Strafse ist vor dem Teeren sorgfältig von Staub zu reinigen, was am besten durch Abfegen mit Besen erfolgt, so dafs auch der in den Fugen der Steine befindliche Staub entfernt wird.

Der Teer wird entweder rein verwendet, oder mit etwas Teeröl vermischt, dann auf etwa 80° (nahe der Siedehitze) in Tiegeln erhitzt und von der Mitte der Strafse aus mit Giefskannen von 15 bis 20 l Inhalt aufgebracht und rasch mittels weicher, geschmeidiger Besen auf der Strafse verteilt. Nach dem Verteilen (nach etwa 5 Stunden) wird der Teer mittels Flufssand oder mit zusammengefegtem Strafsenstaub überstreut. Die Verkehrsaufnahme darf erst nach 3 bis 4 Tagen erfolgen, es erscheint deshalb zweckmäfsig, die Strafsenteerung stets nur für die halbe Strafse vorzunehmen, so dafs der Verkehr nicht unterbrochen zu werden braucht.[109])

Für eine Strafse in Fontainebleau werden die Kosten des Teerens auf das Quadratmeter folgendermafsen angegeben:

[108]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 264.

[109]) Über die Ausführung der Arbeiten ist zu vergleichen der Aufsatz von Feugères in der Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 264 u. ff.

Teer 1,3 kg zu 43 Frs. f. d. t	0,056
Teeröl als Zusatz 0,08 kg zu 215 Frs. f. d. t	0,018
Koks	0,002
Handarbeit	0,022
Beton u. s. w.	0,002
	0,100

zusammen: 0,10 Frs. f. d. qm.

Auf anderen Strafsen stellen sich die Kosten auf 0,15 Frs., somit etwa 8 bis 12 Pf. f. d. qm.

Was die Haltbarkeit der Teerung anbelangt, so ist, solange die obere Teerdecke von 2 bis 3 mm Stärke vorhält, die Staubbildung ausgeschlossen; diese schwache Decke kann aber offenbar bei lebhaftem Verkehr nicht lange unverletzt bleiben. Sie wird bald zerdrückt, bei Regenwetter abgeschwemmt oder mit dem Strafsenkot abgezogen und die Abnutzung der Oberfläche beginnt aufs neue. Immerhin wird aber dadurch, dafs ein Teil des Teeres in die Beschotterung eindringt, ein Zusammenkitten der Steine und des die Fugen ausfüllenden feinen Materials erreicht, es werden weniger leicht einzelne Steine und Steinsplitter durch die Hufe der Zugtiere losgeschlagen und zerdrückt, die Abnutzung der Strafsenoberfläche und die Staubbildung wird daher geringer sein. Wie lange die günstige Wirkung überhaupt vorhält, wird schwierig festzustellen sein; es ist wohl anzunehmen, dafs bei mittelstarkem Verkehr auf Jahresdauer zu rechnen ist (s. die neuesten Versuche unter e., S. 147), dafs also im nachfolgenden Sommer die Teerung aufs neue vorgenommen werden mufs. Bei sehr starkem Verkehr wird die Teerung keinen wesentlichen Nutzen bringen. Als Nachteil des Teerens wird angeführt, dafs eine Zeitlang ein unangenehmer Geruch sich geltend macht und dafs der Frost den Zusammenhang der Steine löst. In ersterer Beziehung wird allerdings bei offenliegenden Strafsen der üble Geruch kaum eine stärkere Belästigung des Verkehrs mit sich bringen. In einzelnen Berichten wird angegeben, dafs durch das Teeren die Unterhaltungskosten der Strafsen sich auf die Hälfte vermindern, was wohl als eine etwas zu günstige Auffassung zu bezeichnen ist.

b) Das Ölen der Strafsen. Zur Bekämpfung des Staubes können auch ölige Flüssigkeiten verwendet werden, indem diese den sich bildenden Staub festhalten, auch vermöge ihrer Leichtflüssigkeit in den Schotter eindringen und die Schotterteile miteinander verbinden. Man hat vom Jahre 1892 an in Kalifornien[110]) ausgedehnte Versuche mit Petroleum gemacht, welches 30 bis 50 % Asphalt enthielt. Es sollen sehr günstige Erfahrungen vorliegen, indem sogar gewöhnliche Erdwege auf diese Weise befestigt worden sind. Die Verhältnisse in Kalifornien sind indessen von den unserigen bezüglich Art und Menge des Verkehrs, des zur Verfügung stehenden Ölmaterials und namentlich bezüglich des Klimas derartig verschieden, dafs man ohne weiteres das günstige Ergebnis für hiesige Verhältnisse keineswegs erwarten kann.

Für unsere Verhältnisse ist wohl als das einfachste Material Rohpetroleum zu empfehlen, das nach erfolgter Reinigung der Strafse bei warmem, trockenem Wetter, wie oben für das Teeren beschrieben, in kaltem Zustande auf die Strafse aufgebracht und ausgebreitet wird. Vermöge seiner flüssigen Beschaffenheit dringt das Öl leichter in den Schotter ein, als Teer, ob es aber in gleicher Weise wie der nach dem Erkalten erhärtende Teer die Schotterteile verkittet, mufs bezweifelt werden; als Nachteile werden bezeichnet die höheren Kosten, ferner lang anhaltender übler Geruch, schmierig bleibende

[110]) Ölen der Strafsen in Kalifornien, s. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 3 u. f. No. I bis IX.

Oberfläche, die namentlich für Fufsgänger sehr unangenehm ist; es wird auch durch anhaltenden Regen das Öl leichter weggeschwemmt, als Teer.

Auf Makadamstrafsen in Liverpool[111]) sind im Jahre 1902 Versuche mit Ölbesprengung gemacht worden, und zwar mit Kreosotöl, das mit einer kleinen Menge Pech vermischt war. Die Erfahrungen waren insofern günstig, als die Staubplage verschwand, auch die Abfuhr von Kehricht sich bei einer Fläche von 4400 qm von 14 auf 5 Wagenladungen verminderte. Der Bedarf an Öl betrug rund 0,7 l f. d. qm und die Kosten 0,5 bis 5 Pf. für das Quadratmeter. Die Sprengung genügte, um die Strafse auf eine Zeit von 3 Wochen staubfrei zu halten. Die Haltbarkeit erscheint nicht grofs und dürfte deshalb auch mit Rücksicht auf die oben angeführten Nachteile das Teeren der Strafsen dem Ölen vorzuziehen sein.

Gute Erfahrungen sind dagegen schon dadurch gemacht worden, dafs man die Strafsen zuerst mit leichtflüssigem Öl begossen hat, das etwa 4 bis 8 cm in die Beschotterung eindringt (Ölbedarf etwa 1,25 kg auf das Quadratmeter). Sodann wurde heifser Teer, etwa 1,5 bis 1,7 l entsprechend einem Gewicht von 1,8 bis 2,0 kg, aufgebracht, der noch eine Übersandung erhielt. Die vorbereitende Behandlung mit Öl erleichtert das Eindringen des Teeres und vermehrt offenbar dessen Wirkung auf geringere Abnutzung der Strafsenoberfläche.

c) Anwendung von Asphaltin. Asphaltin ist eine heifse Lösung von gewöhnlichem Asphalt in rohem Erdöl oder Petroleumrückständen, dessen Anwendung zur Bindung bezw. Verhinderung des Strafsenstaubes von Professor Franz Büttner in München in einer Patentschrift empfohlen wird. Die Strafse wird zuerst geölt und dann die heifse Masse aufgebracht und glattgestrichen, wobei für 19 m etwa 4 l der heifsen Masse erforderlich sind. Ob der dünne Asphaltüberzug von ein Paar Millimeter Dicke lange vorhält, mufs bezweifelt werden. Er kann unmöglich dem Asphaltbelag von Asphaltstrafsen gleichwertig sein, den man bekanntlich etwa zu 50 mm annimmt und der aus festerem Material als künstlicher Asphalt besteht. Die Dauer dürfte wohl geringer sein, als die von sorgfältig ausgeführtem Teergufs.

d) Anwendung von Westrumit. Westrumit ist ein in neuester Zeit von den deutschen Ölbesprengungswerken in Berlin eingeführtes Material, welches den Zweck der Staubbekämpfung und der Verhinderung der Kotbildung verfolgt. Es ist ein schweres Öl von bräunlich-gelber Farbe, das mit Wasser zur Emulsion gebracht wird. Der Geruch, der nach und nach vergeht, ist gering, da die Verdunstung gering ist. Die Masse dringt in den Schotter ein, der Staub wird niedergehalten, die Schlammbildung bei Regenwetter verhindert und hierdurch eine längere Dauer der Strafsenbefestigung bewirkt.

Die Oberfläche der Strafse wird einfach mit der kalten Flüssigkeit in etwa 10% Lösung besprengt, wobei etwa 1 l für das Quadratmeter erforderlich ist, eine zweite Besprengung findet ebenfalls mit 10% Lösung statt, eine 3. und 4. etwa noch mit 5 bis 2% Lösung. Die Kosten betragen etwa 7 Pf. und hält die Wirkung etwa auf 2 Monate an. Die Wirkung besteht darin, dafs vermöge der Dünnflüssigkeit die Masse leicht in den Schotter eindringt, das Wasser verdunstet, das zurückbleibende Öl aber kittet die Schottersteine zusammen und vermindert hierdurch die Abnutzung.

Das Ölen und Teeren von Strafsen übt sicher eine gute Wirkung bezüglich der Staubbeseitigung und der Kostenverminderung der Strafsenunterhaltung aus, es werden

---

[111]) Siehe Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 344.

aber noch weitere Versuche abzuwarten sein, ehe sichere Anhaltspunkte über die Kosten des Verfahrens und über die Wirkungsdauer der verschiedenen Verfahren gewonnen werden können. Vorläufig wird man etwa sagen können, dafs für unsere gewöhnlichen Landstrafsen die Kosten gegenüber den zu erwartenden Vorteilen wohl zu grofs sind, für städtische Strafsen tritt der Nachteil des unangenehmen Geruchs, sowie der Beschmutzung der Fuhrwerke und Fufsgänger stark hervor. Man beseitigt bei städtischen Strafsen die so unangenehm wirkende Staubplage am besten durch Ersatz der Chaussierung durch Pflaster, wobei in Fällen geringer zur Verfügung stehender Mittel auch Kleinpflaster angezeigt ist. Auf Strafsen in der Umgebung grofser Städte (Parkstrafsen) dürfte aber die Anwendung des Teerens oder Ölens sehr zu empfehlen sein.

Auf gepflasterten Strafsen jeder Art ist ein Ölen oder Teeren durchaus nicht zu empfehlen, hier kann nur oftmalige und gründliche Reinigung von Staub und Schmutz, bei heifsem Wetter häufiges Besprengen mit Wasser Abhilfe von der Staubplage schaffen (s. hierüber Kap. II, § 13).

e) Erfahrungsergebnisse. Die neuesten Erfahrungen, die man in den letzten Jahren mit der Teerung von Strafsen gemacht hat, sind von den belgischen Ingenieuren Beyart und Froidure in einem besonderen Bericht niedergelegt.[112]) Die Angaben des Berichtes bilden eine schätzenswerte Ergänzung der obigen Ausführungen und mögen deshalb die in ihnen enthaltenen Ergebnisse im Folgenden im Auszug mitgeteilt werden.

Zur Bindung des Staubes hat man durch Anwendung von Steinkohlenteer die besten Ergebnisse erzielt. Der heifse Teer wird mit Bürsten ausgebreitet, nachdem die Fahrbahn ganz trocken, gut gefegt und gereinigt ist. Eine bestimmte Form der Vorrichtungen, die zur Erwärmung des Teers dienen, hat sich bis jetzt nicht ausgebildet. Dasselbe gilt für die Vorrichtungen zur Ausbreitung des Teeres.

Es empfiehlt sich, nur solche Strafsen zu teeren, die kurz vorher neu beschottert worden sind, auf ausgefahrenen Strafsen hält die Teerung nicht lange vor. Mit der Teerung sollte aber nicht lange zugewartet werden, bis die Fahrbahn allzu dicht geworden ist, weil dann der Teer nicht mehr genügend eindringt. Die Teerung sollte somit etwa 4 Monate nach der Neubeschotterung vorgenommen werden. Als Zeitpunkt dürfte sich der Sommeranfang (Mai bis Juni) empfehlen.

Der Teerbedarf wechselt mit der Beschaffenheit der Strafse, der Beschaffenheit des Teeres und der Witterung, bei den Versuchen hat sich ein Bedarf von fast 1 kg für das Quadratmeter (genau 0,956 kg) ergeben. Der Teer braucht zu seiner Erhärtung 2 bis 5 Tage. Sobald die Erhärtung erfolgt ist, kann auch der Betrieb auf der Strafse wieder eröffnet werden. Nach der Erhärtung mufs der Teer mit feinem Sand überstreut werden, wobei 1 cbm für etwa 2000 qm beteerter Fläche ausreicht (?). Es kann übrigens auch der beim Abziehen der Strafsen gewonnene Staub Verwendung finden.

Die Kosten des Teerverfahrens berechnen sich hiernach etwa auf höchstens 0,15 Frs., bei anderen Verfahren sind die Kosten auf 0,07 bis 0,09 Frs. für das Quadratmeter zurückgegangen bei einer Verbrauchsmenge von 1,4 bis 1,5 kg (Preis für den Teer 50 Frs. f. d. Tonne).

In Champigny war im August 1902 eine Fahrbahn von 4 m Breite und 120 m Länge in der S. 114 beschriebenen Weise geteert. Die Strafse war neu hergestellt und befand sich in gutem Zustande, der Verkehr auf der betreffenden Strecke war verhältnismäfsig schwach.

Ergebnis der Teerung:

1. Zeitabschnitt August bis November 1902. Der Teerüberzug hielt sich gut, Staub und Schlamm waren nicht zu bemerken und nach Regen trocknete die Fahrbahn schnell aus. Klagen wegen Beschmutzung kamen nicht vor.

2. Zeitabschnitt November 1902 bis April 1903 zeigten sich Spuren von Abnutzung, auf Stellen von 2 bis 8 cm Durchmesser im Umkreise schimmerte die Steindecke durch. Bei Tauwetter hob sich die Teerdecke teilweise hoch und bildete mit den Teerrückständen einen dichten klebrigen Schlamm, der nach dem Eintrocknen wieder als Überzug diente. Beim Auftreten von Reif war die Fahrbahn schlüpfrig und mufste mit Sand bestreut werden.

---

[112]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, No. 1 bis 5.

3. Zeitabschnitt April bis Juli 1903. Der Teer verschwand stellenweise, hauptsächlich in der Mitte der Fahrbahn. Bei trockener Witterung war wenig Staub zu bemerken und Schlamm bildete sich nur bei anhaltendem Regenwetter. Die eigentliche Strafsendecke hatte sich seit der Teerung allem Anscheine nach nicht abgenutzt.

Auf den übrigen Versuchsstrecken wurden ähnliche Ergebnisse erzielt. Die Teerung hielt auf wenig befahrenen Strafsen ein Jahr lang, so dafs während dieser ganzen Zeit die Staubbildung verringert war, auf stark befahrenen Strecken mufsten aber Nachteerungen stattfinden.

Erfahrungen darüber, inwieweit die Teerung Einflufs auf verminderte Abnutzung der Fahrbahn ausübt, sind bei den Versuchen noch nicht gewonnen worden, es steht nur aufser Zweifel, dafs die Abnutzung eine geringere ist.

Mit anderen flüssigen Materialien, wie Petroleum, Westrumit, Goudrogenit, sind ebenfalls Versuche angestellt worden, die aber nicht besonders günstig ausgefallen sind; die Wirkung der Stoffe hält nicht lange vor, eine verminderte Abnutzung der Fahrbahn ist nicht zu beobachten gewesen, und so sind namentlich die wirtschaftlichen Ergebnisse nicht entsprechend.

In neuester Zeit haben in Frankreich einzelne Wegebaubehörden gröfsere Maschinen, und zwar:

1. Heizwagen zur Erwärmung des Teeres und
2. Besprengungswagen

sich beschafft. Die Arbeit wird hierdurch einfacher und rascher als durch die übrigen Handwerkzeuge bewältigt, indem die Sprengwagen die Verteilung des heifsen Teeres auf der Strafse selbsttätig bewirken.[113])

Wir würden es noch für zweckmäfsiger halten, wenn Unternehmerfirmen, die sich mit den nötigen Maschinen ausstatten können, die Teerung von Strafsen ganz selbstständig in ähnlicher Weise, wie z. B. die Herstellung der Asphaltstrafsen, betreiben würden. Die Unternehmerfirma hätte sämtliche Materialien zu liefern und die Ausführung zu besorgen, sowie die erforderliche Garantie für die Haltbarkeit der Arbeit zu leisten. Hierdurch würden die Teerungen gewifs besser und wohlfeiler und über die Ergebnisse würde sich bald mehr Klarheit verbreiten.

5. Reinigung der Nebenwege und Gräben. Die Trockenhaltung der Strafsenoberfläche hängt mit der Instandhaltung der Nebenwege und Gräben insofern aufs innigste zusammen, als der Abflufs des Regenwassers von der Strafse nur bei geordnetem Zustande der Bankette und Gräben möglich ist. Durch vorübergehende Auflagerung des Kotes und Staubes auf den Seitenbanketten erhöhen sich diese leicht, wenn bei Abfuhr des Kotes nicht mit Sorgfalt verfahren wird; auch die Gräben füllen sich allmählich aus, wozu die Bildung von Pflanzenwuchs auf Banketten und Grabenböschungen mitwirkt. Diese müssen deshalb von Zeit zu Zeit, meist einmal im Jahre, im Frühjahre, zu einer Zeit in regelmäfsige Form gebracht werden, in welcher der Strafsenwärter durch andere Arbeiten nicht in Anspruch genommen ist.

Da wo die Bankette etwas höher gehalten werden, als die Fahrbahn (vergl. Abb. 2 u. 3, Taf. IV) und als erhöhte Rasenstreifen ausgebildet sind, ist die Reinigung der Strafsen etwas erschwert. Es dürfen bei dieser Anordnung Querschlitze durch die Rasenstreifen nicht fehlen, welche in Abständen von etwa 10 bis 15 m und in einer Breite von 0,35 m anzuordnen und stets offen zu halten sind. Die Böschungen dieser Rinnen sind bei der geringen Höhe lotrecht anzulegen, zwischen der Fahrbahn und dem erhöhten Rasenstreifen ist ein kleiner Kandel freizuhalten, damit der Wasserabflufs leicht von statten geht.

---

[113]) Siehe Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 334.

Diese Seitenbankette können als unbedenklich bezeichnet werden, wenn die Überhöhung nicht mehr als 5 bis 6 cm beträgt; sie begrenzen in einer für das Fuhrwerk bequemen Weise die Fahrbahn; wo es indessen an den nötigen Arbeitskräften zu ihrer Unterhaltung fehlt (Vizinalstrafsen), bleiben sie besser weg.

6. Entfernung von Schnee und Eis. Auf Landstrafsen begnügt man sich bei starkem Schneefall mit dem Schleifen des Bahnschlittens, eines keilförmigen Fahrzeugs, das mit Steinen beschwert ist und den Schnee nach beiden Seiten hinausschiebt, um die Mitte der Fahrbahn freizuhalten. Es erscheint zweckmäfsig, den Schneeschlitten auf 8 cm hohe Läufer zu stellen, damit mit Rücksicht auf den Schlittenverkehr der Schnee nicht ganz beseitigt wird. Das Wegräumen der auf die Seite geschobenen Schneemassen überläfst man der Einwirkung der Sonnenwärme und des Regens. Die Schneepflüge werden gewöhnlich aus Holz hergestellt mit einer Arbeitsbreite von rund $3^1/_2$ m, in Städten kommen in neuerer Zeit Anordnungen auf, die in ihrer Wirkung mehr der Kotabziehmaschine entsprechen und ganz aus Eisen bestehen (vergl. Kap. II, § 14).

7. Maschinen zur Strafsenunterhaltung. An solchen sind aufser den schon beschriebenen noch anzuführen die Schubkarren, welche bei Ausführung kleiner Erdarbeiten, wie die Instandsetzung von Banketten und Gräben und zum Einbringen des Schotters bei Flickarbeiten, durch die Strafsenwärter Verwendung finden. Diese Schubkarren werden am besten aus Eisen angefertigt und zeigt Abb. 5, Taf. VII eine passende Form. Weiter mögen hier angeführt werden Handkarren zum Beischaffen des Schottermaterials bei gröfseren Arbeiten (Abb. 6 u. 7, Taf. VII) und Giefswagen (Abb. 10 u. 11, Taf. VII).

8. Unterhaltung der Fahrbahn chaussierter Strafsen. Diese erfordern bezüglich der Unterhaltung gröfsere Aufmerksamkeit als gepflasterte Strafsen, weil die Abnutzung eine viel raschere ist, und bei mangelhafter Unterhaltung die Strafse bald unfahrbar wird. Wir haben schon oben darauf hingewiesen, dafs bei Steinschlagbahnen der Schwerpunkt in die Unterhaltung zu legen ist, bei gepflasterten Strafsen aber in die Bauweise. Die Abnutzung des Steinkörpers wird bewirkt:

α. Durch die Verwitterung des Materials infolge chemischer Einwirkung der Atmosphärilien,

β. durch Zerdrückung der Steine unter der Last der Räder,

γ. durch das Abreiben der Oberfläche der Strafse unter Einwirkung der Reibung und des Stofses der Fuhrwerke.

Der Verwitterung ausgesetzt sind namentlich Gesteine mit tonigem Bindemittel, weniger solche mit quarzigem. Der Widerstand gegen das Zerdrücken und Abreiben der Steine hängt ab von der rückwirkenden Festigkeit und von ihrer Härte. Das Abreiben der Steine kann als normale Abnutzung bezeichnet werden, welche sowohl bei trockenem, als auch bei nassem Wetter stattfindet, und auch dann nicht ausbleibt, wenn die Fahrbahn in vollkommen glattem Zustande sich befindet. Diese Abnutzung ist verhältnismäfsig gering und beträgt jährlich nur wenige Zentimeter je nach der Verkehrsgröfse und der Steingattung. Ein Zerdrücken der Steine sollte eigentlich nicht vorkommen, es tritt aber überall da ein, wo die Fahrbahn infolge mangelhafter Unterhaltung oder durch Verwendung zu groben Schotters uneben geworden ist. Haben sich in einer Strafsenbahn Radspuren *(ornières)* gebildet, oder ist die Wölbung verschwunden, so bleibt das Wasser stehen, der Zusammenhang der Steine lockert sich, einzelne durch die Pferdehufe oder die Räder abgelöste Steine werden zermalmt. Auch bei trockenem

Wetter geben Unebenheiten, namentlich die erhöhten Ränder der Radspuren, Anlafs zur Ablösung und Zerdrückung hervorragender Steinstücke.

Die regelrechte Abnutzung der Strafsen durch Abreiben stört den Verkehr nicht, das Publikum bemerkt sie kaum, solange überhaupt noch ein Teil der Decklage vorhanden ist, nur an dem allmählichen Heraufwachsen der Seitenbankette, an verminderter Wölbung und der Bildung flacher Mulden *(flaches)* läfst sie sich erkennen, weil sie in der am meisten befahrenen Strafsenmitte am stärksten ist. Sehr störend und zerstörend wirken aber Radspuren und Schlaglöcher, der Widerstand der Bewegung nimmt zu, die Abnutzung wächst an der abgenutzten Stelle sehr rasch und bald tritt der Unterbau zu Tage.

Obgleich die regelrechte Abnutzung eigentlich nur durch die Staubbildung unmittelbar schädlich wirkt, so mufs doch für einen Ersatz der abgegangenen Steindecke früher oder später gesorgt werden, weil sonst nach und nach die Decklage verschwindet, und zwar um so rascher, je gröfser der Verkehr und je weicher das Material ist. Die Aufgabe des mit der Unterhaltung der Strafsen betrauten Ingenieurs kann man deshalb dahin zusammenfassen, eine glatte, mit der nötigen Wölbung versehene Strafsenoberfläche durch ein der Verkehrsgröfse angepafstes Material mit dem geringsten jährlichen Aufwand annähernd zu erhalten und in passenden Zeitabschnitten die Strafse wieder auf das vorgeschriebene Normalprofil (Normalhöhe) zu bringen.

Es sind vorzugsweise zweierlei Arten der Strafsenunterhaltung im Gebrauch, der Flickbetrieb *(entretien par pièces)* und der Deckenbetrieb *(entretien par rechargements généraux).*

Beim Flickbetrieb werden immer nur einzelne mangelhafte Stellen von kurzer Längenerstreckung, wie Radspuren, Schlaglöcher, Mulden mit neuem Steingeschläg versehen, das durch das Fuhrwerk selbst zu dichten ist. Es ist darauf zu sehen, dafs diese Ausbesserungen in solcher Weise auf der Strafse verteilt werden, dafs die Fuhrwerke nicht den neu beschütteten Stellen ausweichen können, so dafs die Dichtung möglichst rasch erfolgt; grofse Belästigung des Verkehrs ist dabei unvermeidlich. So zweckmäfsig nun diese Art der Ausbesserung mit Rücksicht auf den Grundsatz ist, gar keine Schäden in der Strafsenoberfläche aufkommen zu lassen, so läfst sich dadurch doch nur sehr schwer die Abnutzung der Strafse bis zum Normalzustand ersetzen, es gehört die gröfste Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit des Strafsenwärters dazu, diese kleinen Ausbesserungen so einzurichten, dafs nach und nach die Oberfläche der Strafse wieder bis zur ursprünglichen sich erhöht. Dies wird um so weniger möglich, je gröfser der Verkehr ist, und schliefslich werden die Kosten höher werden, als bei anderem Betrieb. Dagegen hat der Flickbetrieb seine volle Berechtigung, wenn man sich damit begnügt, nur einzelne schadhafte Stellen in der Art auszubessern, dafs man stets für eine feste und glatte Oberfläche der Strafse sorgt, wodurch schädliche Einwirkungen der Fuhrwerke vermieden werden und der Wasserabflufs nicht gehindert ist. Es lassen sich auf diese Weise durchgreifende Ausbesserungen auf Jahre hinausschieben, aber sie ganz zu beseitigen ist unmöglich. Man kann deshalb diese Art der Unterhaltung auch als vorbeugende bezeichnen, da es entstehende Schäden im Beginn erstickt.

Für Strafsen mit geringem Verkehr ist sie ganz geeignet, man erzielt dadurch mit wenig Kosten eine gute Fahrbahn, und Hauptausbesserungen, welche die gänzliche Erneuerung der Decklage bezwecken, werden erst nach Zeiträumen von 4 bis 6 Jahren und mehr notwendig werden. Je belebter die Strafse und je weicher das

Steinmaterial, um so weniger paſst das System und derjenige versteht wenig von der Straſsenunterhaltung, welcher glaubt, durch Anwendung des Flicksystems das Einbringen geschlossener Decklagen ganz entbehren zu können.

Sehr wenig befahrene Straſsen, Vizinalwege, werden gewöhnlich derart unterhalten, daſs man die Straſsen längere Zeit oder wenigstens das ganze Jahr hindurch sich selbst überläſst und dann die nötigen Ausbesserungen auf einmal in gröſserer Ausdehnung vornimmt. Es werden auf diese Weise an manchen Stellen vollständige Decklagen nötig, wo bei zeitigem Eingreifen nur kleine Ausbesserungen ausgereicht hätten. Der Bedarf an Deckmaterial wird hierdurch gröſser, aber immerhin kann diese Art der Ausbesserung da entschuldbar sein, wo ständige Straſsenwärter der Kostenersparnis halber nicht angestellt sind.

a) Ausführung der Unterhaltungsarbeiten nach dem Flickbetrieb. Haben sich in einer Straſse Schlaglöcher oder Radspuren gebildet, so daſs die Oberfläche der Straſse uneben geworden ist, so muſs auf baldmöglichste Wiederherstellung einer ebenen Straſsenoberfläche hingearbeitet werden, weil jedes über diese Unebenheiten sich bewegende Rad Stöſse hervorbringt, welche den Zusammenhang lockern und die Zerstörung (Zerdrückung) einzelner Steine beschleunigen. Es ist zunächst jeglicher Straſsenkot sorgfältig zu entfernen, was überhaupt als Hauptregel für alle Erneuerungsarbeiten gilt, dann mit einer spitzigen Hacke die Oberfläche rauh zu machen, namentlich an den seitlichen Anschluſsflächen, und endlich das neue Steinschlagmaterial gleichmäſsig einzuwerfen. Man dichtet dasselbe mit Handstampfen oder überläſst die vollständige Dichtung und Verbindung dem darübergehenden Fuhrwerk, wobei aber stetige Nachhilfe erforderlich ist, damit nicht fortlaufende Radspuren sich wieder aufs neue bilden. — Als beste Zeit zur Einbringung des Steinschlags ist feuchte Witterung zu bezeichnen, weil dann die Verbindung mit dem alten Straſsenkörper am raschesten und vollständigsten vor sich geht; es läſst sich aber nicht immer günstiges Wetter abwarten, doch hat dies bei solchen kleinen Ausbesserungen auch weniger zu sagen.

Handelt es sich um die Ausbesserung groſser flacher Vertiefungen, so ist die schädliche Wirkung der Räder eine viel geringere und kommt mehr der Umstand in Betracht, daſs in den Vertiefungen das Wasser stehen bleibt und nach und nach den Zusammenhang lockert. In diesem Falle wird man deshalb zunächst nur für rasches Abkrücken der nach jedem Regen sich bildenden Wasserpfützen sorgen und die Ausbesserung auf den Eintritt günstiger Witterung verschieben, wobei dem Frühjahr oder Spätjahr der Vorzug zu geben ist. Das Einbringen des neuen Steinschlags geschieht in gleicher Weise, wie oben beschrieben, doch kann das Aufhauen der alten Fahrbahn, namentlich bei Verwendung weichen Materials, unterbleiben, oder auf die Ränder beschränkt werden, selbstverständlich darf aber eine sorgfältige Entfernung des Straſsenkotes nicht unterlassen werden.

Die vollständige Dichtung erfolgt hier langsamer, als bei kleinen Ausbesserungen, weil es die Fuhrwerke vermeiden werden, die neue eingeworfene Straſsenstrecke zu befahren; wenn man aber, wie es ja dieser Betrieb verlangt, dafür sorgt, daſs die ausgebesserten Flächen nicht zu groſs sind und daſs sie unregelmäſsig auf dem Straſsenplanum verteilt sind, so wird bei geeigneter Nachhilfe von seiten des Straſsenwärters bald die gewünschte glatte Straſsenoberfläche sich wieder erreichen lassen. Ohne Zerdrückung und Zerstreuung eines Teils des Materials geht es allerdings nicht ab, aber dies ist doch immer besser, als wenn durch Unterlassung der Ausbesserungen die ganze Straſse in Unordnung kommt.

In einer Verfügung des französischen Ministeriums vom 25. April 1839, worin die Unterhaltung der Strafsen nach dem reinen Flickbetriebe angeordnet ist, findet sich bezüglich der Einbringung des Ausbesserungsmaterials folgende Vorschrift:

„Sobald die atmosphärischen Verhältnisse günstig sind und häufige Regen die Oberfläche erweicht haben, ist mit dem Einbringen der Materialien zu beginnen. Der Strafsenwärter hat dabei darauf zu achten, dafs nicht für die Fuhrwerke ein Grund geschaffen wird, eine bestimmte Richtung im Vorzug gegen eine andere zu verfolgen, und dies ist da nicht schwer, wo die Unterhaltung und Reinigung mit Sorgfalt vorgenommen worden sind. Man sieht dann nicht jene langen Vertiefungen, sei es auf der Mitte oder der Seite der Strafse, welche eine ausgedehnte Aufbringung neuen Materials verlangen, sondern die Chaussee, von der regelmäfsig das abgenutzte Material abgezogen worden ist, zeigt nur leichte Mulden *(flaches)*, welche bei Regenwetter hervortreten. Diese Mulden, welche auf unregelmäfsige Weise, teils rechts, teils links, teils in der Mitte verteilt sind, werden, wenn sie eine Tiefe von 2 bis 3 **cm** haben, an den Rändern aufgehauen, um dem neuen Material einen Anhaltepunkt zu bieten, und das letztere wird so eingebracht, dafs die grofsen Steine in der Mitte, die kleineren auf der Seite gelagert sind; der neue Einwurf darf nicht mehr als 2 bis 3 **m** lang, 1 bis 2 **m** breit sein[114]); sind viele solche Mulden vorhanden, so werden nur die tieferen ausgebessert, und die flachen erst, nachdem die ersten Ausbesserungen abgebunden haben."

Bezüglich der erforderlichen Nachhilfe durch den Strafsenwärter zur Beschleunigung des Bindens fährt die Instruktion fort:

„Es ist ein grofser Fehler, zu glauben, dafs mit dem Einbringen neuen Materials die Arbeit des Strafsenwärters beendigt sei, und leider wird dieser Fehler häufig begangen. Denn obgleich die Mulden ausgefüllt sind, sind die Materialien noch beweglich, sie werden durch die Räder und die Hufe der Pferde zerstreut, man mufs sie mit der Krücke an ihre Stelle zurückbringen, damit sie nicht einzeln und unnötig zerdrückt werden. Der Wärter mufs, wenn trotz aller Vorsicht die Wagen eine bestimmte Richtung verfolgen, sofort einschreiten, indem er an einzelnen Stellen neues Material einbringt, oder da, wo der Platz nicht richtig gewählt wäre, das aufgebrachte Material entfernt und es später wieder einbringt."

Diese letztere Vorschrift ist als eine der wichtigsten für die Strafsenunterhaltung zu bezeichnen, wenn aber die Verfügung weiter verlangt, dafs die regelmäfsige Abnutzung der Strafse einzig und allein durch Nachbesserung entstehender flacher Mulden ersetzt werden soll, so geht sie unserer Ansicht nach zu weit; ein solches Verfahren erscheint uns nicht zweckmäfsig und die Wiederherstellung der regelmäfsigen Abnutzung der Strafsenoberfläche durch vollständige Decklagen ist gewifs wohlfeiler, wie wir weiter unten näher nachweisen werden.

Eine andere Art des Flickbetriebs besteht darin, statt fortwährender kleinerer Ausbesserungen zeitweises Einbringen von Deckmaterial auf gröfsere Flächen, die aber weder die ganze Strafsenbreite, noch grofse Längen umfassen, eintreten zu lassen. Man wählt hierzu gewöhnlich das Spätjahr, wo die Strafse am meisten sich abnutzt und wegen vollständiger Durchfeuchtung der Fahrbahn das Binden am leichtesten erfolgt. Das neue Deckmaterial wird entweder schachbrettartig eingebracht, indem man auf kurze Längenerstreckung das eine Mal die rechte, dann die linke Strafsenseite einwirft, oder unregelmäfsig besonders tiefe Stellen aussucht, so dafs das Fuhrwerk genötigt ist, auch die neu eingeworfenen Strafsenstrecken zu befahren und dieselben nach und nach zu verdichten.

Der Fahrverkehr wird auf diese Weise fast ebenso belästigt, wie bei geschlossenem Einbringen auf die ganze Strafsenbreite, auch die Verdichtung erfolgt sehr langsam, es bilden sich gar zu leicht Radspuren in den neuen Aufschüttungen, die der Strafsenwärter schwer bekämpfen kann und viel Material wird unnütz zerdrückt.

---

[114]) In Baden höchstens 8 bis 10' lang, 4 bis 7' breit.

Das Auskunftsmittel, die Befestigung der Fahrbahn durch sogenannte Auslegesteine zu beschleunigen, welche das Fuhrwerk zwingen, die neu eingeworfenen Strecken der Strafse zu benutzen, erscheint uns als durchaus verwerflich, es entsteht hierdurch grofse Unbequemlichkeit und selbst Gefahr für das Fuhrwerk, letzteres namentlich dann, wenn die Auslegesteine nachts nicht sorgfältig entfernt werden. Auffallend ist, dafs in einzelnen Lehrbüchern diese Methode noch empfohlen wird.

Der Flickbetrieb, wenn er gute Ergebnisse haben soll, mufs deshalb beschränkt werden auf kleine Ausbesserungen, die zu jeder Zeit vorgenommen werden, sobald Schäden in den Strafsen sich zeigen, die zu weiteren Unregelmäfsigkeiten Anlafs geben können. Diese Ausbesserungen sind nicht nur zweckmäfsig, sondern unumgänglich nötig, wenn die Strafse nicht herunterkommen soll; wie weit man mit diesen Nachbesserungen zu gehen hat, hängt von der Verkehrsgröfse der Strafse ab, dafs man aber selbst bei den belebtesten Strafsen solche nicht entbehren kann, zeigt das Beispiel stark befahrener Strafsen, wo trotz der regelmäfsig jedes Jahr wiederkehrenden vollständigen Erneuerung der Decklagen derartige kleine Ausbesserungen nicht versäumt werden. Das Ausflicken gröfserer Mulden in den Strafsen erscheint jedoch um so weniger angezeigt, je belebter die Strafse ist, denn es werden dadurch Unzuträglichkeiten für das Fuhrwerk erzeugt und die Kosten wachsen.

Obiges bezieht sich auf Strafsen, die in normalem Zustande mit genügender Wölbung und genügender Stärke der Decklage sich befinden. Ist eine Strafse in irgend einer Weise, sei es durch Verwendung unpassenden Materials oder durch schlechte Unterhaltung oder infolge mangelhafter Konstruktion herabgekommen, so ist die schleunigste Wiederherstellung in normalen Stand in voller Strafsenbreite das richtigste und billigste; mit Flickarbeiten kommt man hier nicht zum Ziel, und es kann die teilweise Verbesserung nur da angezeigt sein, wo es augenblicklich an den nötigen Geldmitteln fehlt, eine vollständige Ausbesserung vornehmen zu können.

b) Die Strafsenunterhaltung mittels durchgehender Decklagen. Die Einführung des Walzverfahrens in den Neubau der Strafsen hat, wie schon in § 12 (S. 95) erwähnt, viel zur Verbesserung der Strafsen beigetragen, noch mehr ist dies aber der Fall bezüglich der Strafsenunterhaltung und man kann wohl sagen, dafs erst durch Einführung der Walzen die Steinschlagstrafsen wieder mit gepflasterten in Wettbewerb treten können, wo es sich um Strafsen mit starkem Verkehr handelt.

Wie wir oben gesehen haben, ist es schwer, die allmähliche Abnutzung einer Strafse nach und nach durch teilweises Einbringen von neuem Schottermaterial zu ersetzen, es liegt also nahe, die ganze Strafsenbreite in gröfserer Länge gleichzeitig aufzuhöhen, wobei Unregelmäfsigkeiten der Oberfläche und mangelnde Wölbung leicht dadurch zu beseitigen sind, dafs man an diesen Stellen entsprechend mehr Schotter aufbringt. Es ist aber einleuchtend, dafs eine Dichtung solcher zusammenhängender neuer Decken durch den Verkehr selbst untunlich ist und es mufs deshalb hier die Walze gerade so eintreten, wie beim Neubau. — Das Verfahren des Aufbringens neuer Decken ist sonach sehr einfach: Man reinigt zuerst die Strafse aufs sorgfältigste von allem Kot, bei leicht bindendem Material wird die neue Decke sodann möglichst dicht aufgebracht und geebnet, bei schwer bindendem aber ist es nötig, mittels schwerer Spitzhacken die Oberfläche erst rauh zu machen.[115]) Häufig begnügt man sich auch

[115]) In London und Berlin werden die mit Granitschotter gebauten Strafsen der ganzen Ausdehnung nach mit Spitzhacken vor dem Einbringen aufgehauen.

damit, auf der Seite der Steinbahn Schrote von der Höhe des Steinschlagkorns auszuhauen, an denen die neu aufgebrachte Schotterdecke ein Auflager findet. Das Auflockern der ganzen Fahrbahnbreite ist sehr teuer; es sind deshalb in neuerer Zeit Versuche mit Maschinen — den Strafseneggen — gemacht worden, mit Hilfe deren das Aufrauhen der Oberfläche bewirkt wird. Bei Landstrafsen werden übrigens diese Maschinen selten angewendet, wohl aber bei städtischen Strafsen; die Beschreibung einer solchen Maschine s. Kap. II. In Stuttgart, wo Porphyr für die Unterhaltung der Strafsen verwendet wird, begnügt man sich mit dem Auflockern der Strafsenränder, ohne dafs Nachteile beim Aufbringen der neuen Steindecke sich ergeben hätten. Die neu aufgebrachte Decke wird dann abgewalzt, wie oben in § 12 (S. 99) beschrieben, bei schwer bindendem Schotter unter Anwendung von Bindematerial vor den letzten Walzengängen und schliefslich wird eine dünne Sand- oder Grusschicht als Schutz aufgebracht. Da die zu dichtende Masse geringe Dicke hat und der Untergrund schon fest ist, so geht das Einwalzen hier rascher von statten und ist wohlfeiler, als bei neuen Strafsen. Bei sehr belebten Strafsen geschieht das Einbringen neuer Decken alljährlich, da Abnutzungen von etwa 5 bis 10 cm im Jahre leicht vorkommen: Bei Strafsen mit nur etwa 300 bis 500 Zugtieren im Tag können Zeiträume von 2 bis 4 Jahren genügen; man teilt dann am besten die Strafse der Länge nach in eine entsprechende Anzahl Strecken, so dafs jedes Jahr eine bestimmte Strecke neu besteint wird. In der Zwischenzeit geschieht die Unterhaltung nach dem Flicksystem mit nur kleinen Ausbesserungen.

Als Zeit für das Aufbringen der Decklagen sollte nasse Witterung gewählt werden, der Herbst eignet sich deshalb am besten. Bei grofsen Arbeiten läfst sich, wie schon oben im § 12 erwähnt, die Witterung nicht aussuchen, und mufs das zur Besprengung der Strafse vor Einwerfen des neuen Schotters erforderliche Wasser, sowie das zum Annetzen während des Walzverfahrens nötige Wasser manchmal aus gröfserer Entfernung herbeigeführt werden. Die Kosten hierfür sind nicht unbedeutend, nach Tabelle XXVII (S. 188) erfordert die Beischaffung des nötigen Wassers etwa 14% der Gesamtausgaben für das Einwalzen. Die Anzahl der Walzengänge, die zu vollständiger Dichtung nötig sind, wird sehr verschieden angegeben, die Beschaffenheit des Materials, die Stärke der eingebrachten Decklage und das Gewicht der Walze sind von wesentlichem Einflufs. Für Decklagen von 10 bis 12 cm mögen bei weichem Material 40 bis 60, bei hartem 60 bis 120 Walzengänge einer gewöhnlichen, mit Pferden gezogenen Walze nötig sein, bei Anwendung von Dampfwalzen mit wenigstens 10 t Gewicht werden etwas geringere Zahlen genügen (vergl. übrigens die Angaben der Tabelle XXVII).

Der Vorteil des Deckenbetriebs gegenüber dem Flickbetriebe besteht nun darin, dafs der Verkehr nur während der kurzen Zeit der Ausbesserung eine Belästigung erfährt, sonst aber die Strafse immer in vollkommen fahrbarem Zustande sich befindet, und dafs ferner ein nutzloser Materialverbrauch fast ganz wegfällt. Am einfachsten wird man, wenn die Verkehrsrücksichten dies zulassen, den Verkehr auf der Strafse auf einige Tage einstellen und die Fuhrwerke auf Parallelstrafsen verweisen, was namentlich bei städtischen Strafsen möglich sein wird. Wo diese Absperrung nicht angeht, mufs aber der Verkehr auf die eine Strafsenhälfte beschränkt werden, bis die Ausbesserung der anderen Hälfte fertig ist.

Wichtig ist noch die Frage über die Gröfse der Abnutzung, die man bei einer Strafse zulassen kann, bis das Einbringen von Decklagen nötig wird. Bei Strafsen mit Grundbau darf die Abnutzung nie so weit gehen, dafs dieser zu Tage tritt, bei Makadam mufs die Steindecke noch eine solche Stärke haben, dafs ein Durchbrechen schwerer

Fuhrwerke vermieden wird. Bei den gewöhnlichen Abmessungen der Steindecke können deshalb rund 12 cm als gröfste Abnutzung bezeichnet werden, besser aber ist es, nur solche von 8 bis 10 cm zuzulassen, namentlich beim Packlageunterbau, so dafs noch rund 5 cm Kleingeschläg auf dem Grundbau übrig bleibt. Meist mufs eine Nachbesserung schon früher vorgenommen werden, weil die Abnutzung in der Mitte der Strafse stärker ist, hierdurch die Wölbung verloren geht und das Wasser nicht mehr genügenden Abflufs nach der Seite erhält.

Man kann bei starken Abnutzungen die Nachbesserungen in 2 Schichten aufbringen und jede Schicht für sich abwalzen, einfacher ist aber gewifs das Aufbringen der neuen Decke auf einmal, das Walzen dauert zwar etwas länger, aber im ganzen kommen die Ausbesserungen in kürzerer Zeit und ebenso vollständig zu Stande. Je weiter die Dichtung mit der Walze fortgesetzt wird, um so teurer wird das Verfahren, aber um so weniger nachträgliche Ausbesserungen verlangt die Strafse: nach vollständiger Einwalzung genügen einige Tage, um der Strafse eine vollständig glatte Oberfläche zu verschaffen und das Auflockern einzelner Steine unmöglich zu machen. Eben hierin besteht der grofse Vorzug eingewalzter Strecken vor solchen mit losem Einwurf.

Was die Arbeitsleistung der Walze und die Kosten des Walzverfahrens anbelangt, so enthalten die §§ 20 bis 24 hierüber eingehende Angaben, auf die wir hier verweisen.

Die Bildung von Staub und Kot, welche sich bei Steinschlagstrafsen in sehr unangenehmer Weise fühlbar macht, kann auch bei Anwendung des Deckenbetriebs nicht beseitigt werden, es gibt aber die ebene Beschaffenheit der Strafsenoberfläche leichter Gelegenheit, Staub und Kot sorgfältig abzuziehen, als dies bei einer nach dem Flicksystem unterhaltenen Strafse der Fall ist, deren Oberfläche sich mehr oder weniger wellenförmig gestaltet.

Inwieweit die Bildung von Staub und Kot sich durch Teeren der Strafsen vermindert, darüber müssen noch weitere Versuche abgewartet werden (s. unter 4., S. 144).

Die Frage, welche Unterhaltungsart die beste sei, läfst sich nach dem Vorstehenden leicht dahin beantworten, dafs der Flickbetrieb, wenn man darunter die fortwährende Ausbesserung kleiner Unregelmäfsigkeiten versteht, überall bei Strafsen jeder Verkehrsgröfse gehandhabt werden mufs, wenn die Strafse in ebenem, fahrbaren Zustande bleiben soll. Die Notwendigkeit, in angemessenen Zeiträumen neue Decklagen aufzubringen, ist aber hierdurch nicht ausgeschlossen, wenigstens ist die Unterhaltung mittels solcher einfacher, wohlfeiler und für den Verkehr auf der Strafse bequemer.

Versteht man unter Flickbetrieb die Wiederherstellung der Fahrbahn durch zeitweise Ausbesserungen in gröfserer Ausdehnung, so ist diese Unterhaltungsart nur anzuraten für Strafsen mit sehr geringem Verkehr (unter 100 Zugtieren) oder für solche Örtlichkeiten, wo das Walzverfahren wegen unverhältnismäfsiger Kosten (starker Steigung der Strafse) oder aus anderen Gründen nicht Platz greifen kann. In allen anderen Fällen ist der Deckenbetrieb vorzuziehen, die Einwalzung der neuen Decklagen ist aber hierbei unbedingt nötig.

Es fehlt auch gegenwärtig noch nicht an Strafsenverwaltungen und Strafseningenieuren, welche den reinen Flickbetrieb bevorzugen[116]) und denselben als besser und selbst wohlfeiler bezeichnen, als den Deckenbetrieb. Es mag zugegeben werden, dafs in einzelnen Fällen der Flickbetrieb für die Strafsenverwaltung wohlfeiler

[116]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 33 u. 100. Fedderson, Empfehlung des Flicksystems.

ist, die Minderausgaben werden aber teuer erkauft durch die schwere Belästigung, welche der Fuhrwerksverkehr dadurch erfährt, dafs die Dichtung der neuen Decken in mühseliger Weise durch das Fuhrwerk selbst bewirkt werden mufs, eine Leistung, die in Geld ausgedrückt wohl höher kommen wird, als die Walzkosten.[117]) Nachdem die Vorteile des Einwalzens neuer Strafsen überall anerkannt sind, werden in immer wachsendem Mafse Dampfwalzen von den Strafsenverwaltungen angeschafft, und nachdem diese vorhanden sind, erscheint es angezeigt, sie in gröfserer Ausdehnung auch bei Strafsenausbesserungen zu verwenden und es werden hierdurch immer mehr Verwaltungen sich dem Deckenbetrieb zuwenden, auch bei den Strafseningenieuren sich die Vorurteile gegen den Deckenbetrieb vermindern.

In Württemberg ist gegenwärtig beabsichtigt, bei Strafsen mit starkem Verkehr auch bei Herstellung von Flickarbeiten diese durch Einwalzen zu befestigen, weil es sich gezeigt hat, dafs die ausgeflickten Stellen rasch wieder schadhaft werden und Neuherstellung erfordern. Es wird voraussichtlich hierdurch erreicht werden, dafs ohne Aufwendung zu grofser Mehrkosten die Strafsen länger in geordnetem Zustand bleiben.

In Württemberg[118]) sind bis zum Jahre 1883 die Staatsstrafsen fast ausschliefslich mittels des Flicksystems unterhalten worden, nachdem vom Jahre 1870 ab ein Wechsel in der Unterhaltungsweise in der Art getroffen worden war, dafs man widerstandsfähigere Materialien zur Strafsenunterhaltung verwendete. Es waren zwar schon in den 40er Jahren Pferdewalzen bei Neubauten in Verwendung gewesen, aber erst die Heranziehung harter Steinmaterialien, wie Porphyr, Basalt u. s. w. gab Veranlassung zur Einführung der schweren Dampfwalzen. Jetzt (1896/97) sind neben 4 im Eigentum der Verwaltung befindlichen Dampfwalzen 11 gemietete Dampfwalzen in Betrieb und die mit ihnen gemachten Erfahrungen sind durchaus zufriedenstellend gewesen.

Auch auf württembergischen Vizinalstrafsen sind Dampfwalzen in Verwendung, der Flickbetrieb tritt mit der Ausdehnung der Verwendung von Walzen gegen den Deckenbetrieb immer mehr zurück, eine Erscheinung, die auch in anderen Ländern zu beobachten ist.

Mit dem Flickbetrieb mittels Aufbringens von Ausbesserungen in gröfserer Ausdehnung wird dann auch die Verwendung der Auslegesteine (Sperrzeichen) verschwinden, welche als eine der unzweckmäfsigsten Anordnungen der Strafsenunterhaltung zu bezeichnen sind.

c) Beschaffenheit des Materials zur Strafsenunterhaltung. Es ist schon oben im § 12 angeführt, dafs die Beschaffenheit des Strafsenunterhaltungsmaterials bezüglich Festigkeit und Härte, sowie Gröfse und Form einzelner Stücke (des Korns) einen wesentlichen Einflufs auf die Strafsenunterhaltung ausüben. Es wäre von grofsem Wert, wenn für jedes Strafsenmaterial eine Wertziffer aufgestellt werden könnte, mit Hilfe deren die für den vorhandenen Verkehr nötige Menge an Unterhaltungsmaterial unmittelbar bestimmt wird; es ist dies aber, wie oben in § 17 ausführlich nachgewiesen ist, bis jetzt leider nicht möglich, immerhin gaben die in § 17 zusammengestellten Versuche über die Eigenschaften der Strafsenmaterialien und die auf Probestrecken gewonnenen Ergebnisse wertvolle Aufschlüsse über die Brauchbarkeit der verschiedenen Unterhaltungsmaterialien und wir haben hier nur noch einige praktische Gesichtspunkte hervorzuheben.

Eine wichtige Rolle spielt das Korn des Steinschlags, es wird häufig der Fehler begangen, dasselbe zu klein zu bemessen. Theoretisch ist der Widerstand eines Steines

[117]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 84. Baurat Gravenhorst, Erwiderung auf den obigen Aufsatz.

[118]) Verwaltungsbericht der Königl. Ministerial-Abteilung für den Strafsen- u. Wasserbau 1891, S. 29, desgl. von 1899, S. 36.

von annähernder Würfelform seiner Fläche proportional und es sollte hiernach das Korn möglichst grob genommen und der Würfelform angepafst werden.

Dem entgegen steht aber die Schwierigkeit der Bindung zwischen den einzelnen Steinen; bei grobem Korn werden die Zwischenräume zu grofs und die Steindecke lagert sich nicht fest. Ist dagegen die Steinbahn gut gedichtet, so werden kleine Steine viel weniger leicht zerdrückt, weil sie seitlich gehalten sind und der Raddruck sich besser verteilt. Da wo deshalb das Walzverfahren eingeführt ist, kann unbedenklich grober Steinschlag zur Verwendung kommen und ist für weiche, leicht bindende Materialien eine Korngröfse von rund 6 cm, für harte, schwer bindende von rund 4 cm zu empfehlen. Dem zu kleinen Ausbesserungen verwendeten Schotter wird aber besser feineres Korn gegeben. Bei Anwendung zu groben Kornes ist die Oberfläche der Strafse rauh und uneben und die Abnutzung eine verhältnismäfsig gröfsere. Die Londoner und Pariser Makadamstrafsen zeigen häufig diese rauhe Oberfläche, die in der Verwendung zu groben Steingeschlägs ihre Erklärung finden dürfte. Auch ist die auf englischen Strafsen gemachte Erfahrung, dafs seit der Anwendung von Dampfwalzen die Unterhaltungskosten gröfser geworden sind, wohl darin begründet, dafs seither das Kleingeschläg zu grob genommen wurde, worauf auch die Erörterungen im Engineer 1878, Bd. XLVI fast einstimmig hinzielen. Wichtig ist ferner, dafs der Steinschlag möglichst gleichförmig ist, denn bei ungleichem Korn nutzt sich die Steindecke ungleich ab, besonders schädlich wirkt aber eine Beimischung erdiger Bestandteile, weil die Bindung erschwert wird und rasch Kot auf der Strafse sich bildet. Weniger nachteilig ist eine geringe Beimengung von Steingrus; dieselbe befördert das Binden, namentlich bei hartem Material; eine Ausscheidung dieses kleinen Materials durch Aussieben ist deshalb nicht nötig, es ist dies auch ein teures Verfahren, das nur da angezeigt ist, wo dem Gestein toniges Material anhängt, wie dies beim Kalkstein häufig der Fall ist, oder aber dann, wenn der Steinschlag durch Maschinen gewonnen wird, wo mehr feiner Grus sich bildet, als zur Ausfüllung der Zwischenräume nötig ist. Wie oben in § 18 angegeben, wird dies durch Siebtrommeln erreicht, die bei keiner Anlage zur Gewinnung des Schotters mittels Steinbrechmaschinen fehlen dürfen. Dafs für lagerhaftes Steinmaterial die Steinbrechmaschinen sich weniger eignen, ist dort ebenfalls erwähnt. In den Provinzen Sachsen und Hannover[119]) wird auch für Handgeschläg eine fahrbare Siebtrommel benutzt, welche bei 2,2 m Länge und 50 cm Durchmesser das Geschläg in 3 Sorten von 25, 38 und 70 mm scheidet. 3 Mann können täglich 17 bis 18 cbm Steinschlag sortieren.

Bei Strafsen untergeordneter Bedeutung, auf deren Unterhaltung keine grofse Sorgfalt verwendet wird, wie Gemeindewege, Waldwege u. s. w., bei welchen ein Einwalzen nicht stattfindet, empfiehlt sich das Überstreuen mit Steingrus oder Sand, und in Ermangelung derselben mit etwas sandigem Ton, da sonst ein Binden schwer stattfindet, starke Radspuren sich bilden, und das Material durch die Fuhrwerke gerollt und an den Ecken abgerundet wird, und dann um so weniger zu fester Lagerung zu bringen ist.

d) Materialverbrauch. Dieser ist vorzugsweise abhängig von der Gröfse des Verkehrs und der Beschaffenheit des Unterhaltungsmaterials, es kommen aber noch andere Umstände in Betracht und es wäre irrig, wie schon in § 17 nachgewiesen ist, den Verbrauch einfach proportional der Verkehrsgröfse anzunehmen.

---

[119]) Nessenius, Strafsenbau. S. 181.

In Württemberg[120]) ist zu Anfang des Jahrhunderts der Materialverbrauch ein sehr grofser gewesen, derselbe betrug im Jahre 1817/18 — 153 **cbm** f. d. **km**, nahm aber bis zum Jahre 1854 bis 87 **cbm** ab, teilweise infolge des Einflusses der Eisenbahnen. Bis zum Jahre 1884 wurde der Bedarf noch weiter bis auf 50 **cbm** f. d. **km** herabgesetzt, man überzeugte sich aber durch genaue auf den Strafsen ausgeführte Messungen, dafs die Strafsenprofile in ihrem Bestande herabgekommen waren, und es mufsten von 1884 an bedeutende aufserordentliche Aufwendungen für die Instandsetzung der Strafsen gemacht werden, welche auf eine Zeit von 16 Jahren sich erstrecken sollen (vergl. Abb. 1, Taf. VII).

Durch Verwendung harten Materials (Porphyr und Basalt) wurde zugleich, wie schon oben S. 99 bemerkt, der Zustand der Strafsen weiterhin verbessert, und es betragen nach dem Ministerialbericht von 1899 die Unterhaltungsmengen für das Jahr 1896/97 f. d. **km** 47,0 **cbm** oder für das Kilometer und 100 Zugtiere 21 **cbm**. Die Verbrauchszahlen sind für die verschiedenen zum Kleingeschläg verwendeten Materialien selbstverständlich sehr verschieden, wie aus Tabelle XXII hervorgeht, in welcher für die verschiedenen Bezirke des Landes die verwendeten Materialien nach Gesteinsarten ausgeschieden sind.

Die für das Kilometer sich ergebenden Mittelzahlen sind indessen nicht unmittelbar als Wertziffern zu benutzen, weil mit dem betreffenden Material nicht die ganze Strafsenstrecke mit neuer Decklage versehen worden ist, dagegen werden die für das ganze Jahr und Strafsenbahnnetz erhaltenen Mittelzahlen immerhin dem mittleren jährlichen Verbrauch entsprechen, was daraus hervorgehen dürfte, dafs für andere Jahrgänge die Zahlen fast dieselben geblieben sind. Nach den in den beiden letzten Spalten der Tabelle XXII aufgeführten Mittelzahlen für das Jahr 1901 und 1902[121]) betrug der Materialbedarf für das Kilometer für 1901: 54 **cbm**, für 1902: 51 **cbm** und für 100 Zugtiere für 1901: 23 **cbm**, für 1902: 21 **cbm** und im 10jährigen Durchschnitt 1891/1900 für das Kilometer 46 **cbm**, für 100 Zugtiere 21 **cbm**; somit haben sich nur geringe Unterschiede gegenüber 1896/97 ergeben.

Den gröfsten Unterschied gegenüber dem Landesdurchschnitt zeigt der Bezirk Kannstatt mit 175 **cbm** für das Kilometer und 30 **cbm** für 100 Zugtiere im Jahre 1902; es hängt dies damit zusammen, dafs im Bezirke sehr viel schwere Fuhrwerke verkehren gegenüber dem in anderen Bezirken vorherrschenden leichten Landfuhrwerk. Für die verkehrsreichsten Strafsen des Kannstatter Bezirkes wird sich deshalb empfehlen, die Strafsen zu pflastern, da die Chaussierung dem starken Verkehr nicht gewachsen ist.

Nimmt man für Hartschotter und Weichschotter (also Porphyrschotter und Muschelkalk) gleiche örtliche Verhältnisse an, so können nach dem oben angeführten Verwaltungsberichte für den 10jährigen Zeitabschnitt 1891/1900 als ideales Bild des Schotterverbrauchs folgende Zahlen angenommen werden:

Der jährliche Verbrauch beträgt

bei einem Verkehr von	an Hartschotter cbm	an Weichschotter cbm
100 Zugtieren	16—18	20—22
200 „	32—36	40—44
300 „	50—54	60—66
400 „	70—74	80—86
500 „	85—90	—
600 „	100—110	—
700 „	120—130	—

Anhaltspunkte für den Materialbedarf unter verschiedenen Verhältnissen ergeben graphische Darstellungen, wie sie beispielsweise für die badischen Landstrafsen schon im Jahre 1863 aufgestellt worden sind und teilweise in Abb. 2 u. 3, Taf. VII zur Darstellung gebracht wurden. Eine Vergleichung mit den Tafeln der Verkehrszahlen (s. Taf. I, Abb. 1 u. 2) ergiebt dann sofort den Materialbedarf für 100 Zugtiere für die verschiedenen Strafsenstrecken und Materialien.

Man hat in neuerer Zeit in Baden[122]) auf Grund ausgedehnter Untersuchungen der Materialien, welche in dem mech.-technischen Laboratorium der Königl. Techn. Hoch-

---

[120]) Siehe Ministerialbericht von 1891, S. 27; auch Leibbrand, Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1890, Taf. 30, Fig. 1.

[121]) Siehe Verwaltungsbericht des Württ. Ministeriums vom Jahre 1905, Tabelle 10 u. 11.

[122]) Bär, Das Strafsenbauwesen im Grofsherzogtum Baden. Karlsruhe 1890. S. 31.

Tabelle XXII.

Übersicht über die in den Rechnungsjahren 1896/97 und 1901/02 zur Unterhaltung der Staatsstrafsen in Württemberg verwendeten Gesteinsarten.

Inspektion	Gesamtverkehr Aufnahme 1892	Gesamt-Strafsenlänge	Hartes Gestein 1896/97: Granit, Aplit, Länge der Strecke	Granit, Gneis, Verbrauch f. d. km	Porphyr Länge der Strecke	Porphyr Verbrauch f. d. km	Basalt Länge der Strecke	Basalt Verbrauch f. d. km	Alpiner Kies Länge der Strecke	Alpiner Kies Verbrauch f. d. km	Summe Länge der Strecke	Summe Verbrauch f. d. km	Weiches Gestein 1896/97: Muschelkalk Länge der Strecke	Muschelkalk Verbrauch f. d. km	Keuper Länge der Strecke	Keuper Verbrauch f. d. km	Liaskalk Länge der Strecke	Liaskalk Verbrauch f. d. km	Weifs.Jura Länge der Strecke	Weifs.Jura Verbrauch f. d. km	Kies Länge der Strecke	Kies Verbrauch f. d. km	Summe Länge der Strecke	Summe Verbrauch f. d. km	Summe der Materialmenge 1896/97 f. d. km Strafse	1896/97 f. d. km Strafse u. 100 Zugtiere	1901 f. d. km Strafse	1901 f. d. km Strafse u. 100 Zugtiere	1902 f. d. km Strafse	1902 f. d. km Strafse u. 100 Zugtiere
	Zugtiere	km	km	cbm	km	cbm	km	cbm	km	cbm	km	cbm	km	cbm	km	cbm	km	cbm	km	cbm	km	cbm	km	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm
Kannstatt	497	174,7	—	—	52,9	148	24,6	132	—	—	77,6	143	61 9	45	—	—	16,2	40	10,7	91	6,8	83	95,7	52	100	20	148	25	175	30
Heilbronn	254	210,0	—	—	15,3	126	—	—	—	—	15,3	126	172,6	45	22,2	25	—	—	—	—	—	—	194,8	43	50	20	65	25	62	23
Ludwigsburg	261	173,5	—	—	20,9	49	—	—	—	—	20,9	49	133,5	56	19,0	47	—	—	—	—	—	—	152,5	55	58	22	67	24	51	19
Reutlingen	248	156,0	—	—	—	—	59,3	71	—	—	59,3	71	19,8	5	—	-	13,4	68	57,6	50	5,9	15	96,6	28	47	19	66	28	47	20
Calw	147	214,4	29,1	13,0	18,0	66	—	—	—	—	47,1	33	167,3	45	—	—	—	—	—	—	—	—	167,3	45	44	30	43	26	29	17
Oberndorf	157	209,7	46,7	5,5	70,5	49	—	—	—	—	117,2	32	84,5	71	—	—	—	—	7,8	6	—	—	92,3	66	47	30	46	33	37	26
Rottweil	152	148,7	—	—	4,0	52	0,1	97	—	—	4,1	52	40,4	11	—	—	—	—	104,4	166	—	—	144,8	49	53	35	55	32	50	29
Ellwangen	189	178,0	—	—	—	—	19,8	88	—	—	19,8	88	39,5	17	26,6	21	29,5	28	62,6	26	—	—	158,3	29	31	16	41	17	31	13
Gmünd	213	178,6	—	—	36,4	61	—	—	—	—	36,4	61	—	—	48,1	28	38,3	37	55,4	42	—	—	141,8	36	45	21	48	21	42	19
Hall	186	187,8	—	—	0,9	—	—	—	—	—	0,9	—	145,1	29	41,5	85	—	—	—	—	—	—	186,6	42	44	23	40	25	44	27
Künzelsau	124	146,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	146,5	33	—	—	—	—	—	—	—	—	146,5	33	33	27	25	23	27	18
Ulm	358	134,3	—	—	19,1	66	20,7	95	11,0	25	50,9	69	—	—	—	—	—	—	83,4	98	—	—	83,4	60	65	18	76	23	79	24
Biberach	192	269,6	—	—	—	—	—	—	205,2	36	205,2	36	—	—	—	—	—	—	—	—	64,4	24	64,4	24	36	19	27	13	31	15
Ehingen	198	183,8	—	—	—	—	3,0	4	117,1	12	120,0	12	—	—	—	—	—	—	48,0	114	15,8	33	63,7	69	33	17	39	19	47	23
Ravensburg	229	157,1	—	—	—	—	—	—	125,6	33	125,6	33	—	—	—	—	—	—	—	—	31,3	24	31,3	24	33	14	29	12	29	12
Mittel	224	—	—	9,25	—	80,2	—	88,0	—	28,8	—	49,1	—	41,4	—	43,4	—	39,1	—	51,6	—	28,2	—	42,9	47	21	54	23	51	21

schule in München angestellt wurden, Wertziffern bezw. Verbrauchsziffern in ähnlicher Weise berechnet, wie dies oben im § 17 für Württemberg beschrieben ist, und hiernach die Verbrauchsmengen festzustellen gesucht, welche für Strafsen verschiedener Verkehrsgröfsen nötig sind. Da auf eine genaue Übereinstimmung der so gewonnenen Werte mit der Wirklichkeit nicht gerechnet werden kann, was sich namentlich bei Kalksteinen herausgestellt hat, so sind Grenzwerte aufgestellt worden, welche für die praktische Verwendung auf den verschiedenen Strafsenstrecken einen Spielraum frei lassen und hiernach die in der folgenden Tabelle XXIII enthaltenen Verbrauchsmengen für die verschiedenen Verkehrsgröfsen und Gesteinsarten zur Benutzung bei den Voranschlägen vorgeschrieben werden:

Tabelle XXIII.

Verbrauchsmenge an Schotter für verschiedene Verkehrsgröfsen und Gesteinsarten.

Steinmaterial für das Kleingeschläg	Strafsenunterhaltungsmaterial in Kubikmeter für 1 km Verkehrsklasse und tägliche Zugtierzahl						
	VII	VI	V	IV	III	II	I
	weniger als 30	30—50	50—100	100—250	250—500	500—1000	über 1000
Dolerit	6—12	12—16	16—22	22—32	32—42	42—60	60—114
Basalt	8—16	16—20	20—30	30—40	40—55	55—80	80—150
Porphyr, Sorte 1	8—16	16—20	20—27	27—40	40—50	50—75	75—140
„ „ 2	10—20	20—25	25—35	35—48	48—63	63—90	90—170
„ „ 3	12—25	25—32	32—45	45—65	65—85	85—120	120—230
Diorit, Syenit	10—20	20—25	25—35	35—50	50—65	65—95	95—180
Gneis	10—20	20—25	25—35	35—50	50—70	70—100	100—190
Granit, Sorte 1	8—16	16—20	20—28	28—40	40—55	55—75	75—145
„ „ 2	10—20	20—25	25—35	35—50	50—70	70—100	100—190
„ „ 3	15—30	30—35	35—50	50—70	70—95	95—140	140—260
Rheinwacken	10—20	20—25	25—35	35—55	55—70	70—100	100—190
Tonschiefer	8—16	16—20	20—28	28—40	40—55	55—75	75—145
Kalksteine, Sorte 1 . . .	8—16	16—24	24—32	32—49	49—70	—	—
„ „ 2 . . .	10—20	20—30	30—40	40—60	60—85	—	—
„ „ 3 . . .	13—26	26—38	38—51	51—77	77—110	—	-

Eine genauere Übersicht der bei verschiedenen Gesteinsarten erforderlichen Verbrauchsmengen ist auch den Ergebnissen, welche im Jahre 1885/88 auf den verschiedenen Versuchsstrecken in Württemberg erhalten wurden, zu entnehmen. Diese Ergebnisse sind oben in § 17 in Tabelle XXI (s. S. 136) zusammengestellt.

Wie diese Tabellen zeigen, kann aus der Gröfse des Verkehrs nicht ohne weiteres auf die jährliche Bedarfsmenge geschlossen werden, und mögen hier nur folgende allgemeine Bemerkungen Platz greifen.

Im allgemeinen wird unter sonst gleichen Umständen eine sehr belebte Strafse für das Quadratmeter mehr Unterhaltungsmaterial erfordern, als eine Strafse mit mittlerem Verkehr, dagegen bedarf letztere verhältnismäfsig weniger, als eine sehr wenig befahrene Strafse, ja es kann sogar eine Strafse mit geringem Verkehr, wenn sie schlecht gelegen ist, für die Längeneinheit teurer zu unterhalten sein, als die belebtere Strafse.

Als Beispiel mögen folgende Angaben aus v. Kaven's Wegebau, S. 286 dienen:

Die Strafse Nienburg-Verden kostet bei täglich 24 Zugtieren mit rund 12 t Gesamtlast für das Jahr und Kilometer 101 M. Unterhaltung, die Strafse Hannover-Nenndorf bei täglich 540 Zugtieren und rund 500 t. Last für das Jahr und Kilometer 2022 M. Letztere Strafse hat den 40fachen Verkehr, die Unterhaltungskosten sind aber nur 20mal so grofs.

Die Erfahrung, dafs die Unterhaltungskosten langsamer wachsen wie die Verkehrsgröfse, wird fast immer zutreffen, weil einzelne Unterhaltungsarbeiten vom Verkehr unabhängig sind, da auch bei ganz schwachem Verkehr die Witterungseinflüsse auf die Strafse störend einwirken.[122])

Nach den Annales des ponts et chaussées 1878 beträgt bei den französischen Landstrafsen der mittlere Verkehr 240 Zugtiere, das mittlere Wagengewicht für das Pferd 950 **kg**, die Abnutzung für das Kilometer und 100 Zugtiere 18,18 **cbm**. In Paris sind die entsprechenden Zahlen 4922 Zugtiere, 600 **kg** und 11,1 **cbm**. Unter der Voraussetzung, dafs die Güte der Strafsenmaterialien in Paris sich zu der der Landstrafsen wie 4 : 3 verhält, wäre demnach die mittlere Abnutzung für die bewegte Tonne das etwa 1,3 fache der Landstrafse, während die Verkehrsgröfse das 13 fache beträgt.

Bei sehr belebten Strafsen kann auch das Gegenteil eintreten. Namentlich bei verhältnismäfsig schmalen Strafsen darf es nicht verwundern, wenn die Unterhaltung teurer ist, als bei breiteren Strafsen, welche denselben Verkehr aufweisen. Der Verkehr vereinigt sich hier auf einen und denselben schmalen Streifen, die Räder folgen denselben Spuren, es fehlt hier meist an Gelegenheit, kleinere Ausbesserungen vorzunehmen, die Strafse kommt in Unordnung und die Unterhaltungskosten wachsen infolge dessen meist sehr rasch.

Es kommt hierbei noch der Umstand in Betracht, dafs von Hauptverkehrsstrafsen, namentlich von solchen in der Nähe grofser Städte, eine viel sorgfältigere Unterhaltung verlangt wird, als von Nebenstrafsen. Es ist deshalb unrichtig, bei Unterausteilung des Budgets auf die einzelnen Strafsenzüge die jährliche Verkehrsmenge zugrunde zu legen, die befahrensten Strafsen kommen dabei häufig zu kurz.

Einen richtigen Mafsstab für den Materialbedarf erhält man deshalb nur an der Hand der Erfahrung, indem man jedes Jahr genau beobachtet, wie viel Material auf einen Strafsenzug verwendet wurde; es ist sodann von mehreren Jahren das Mittel zu nehmen, wobei man aber sich davon zu überzeugen hat, dafs nach Ablauf des der Berechnung zugrunde gelegten Zeitraums die Strafse in normaler Beschaffenheit geblieben ist. Hierbei ist nicht nur das Aussehen der Strafse in Betracht zu ziehen, sondern es mufs durch Aufgrabungen festgestellt sein, dafs die richtige Dicke der Steinschlagbahn wirklich vorhanden ist.

Bei Deckenbetrieb ist selbstverständlich nicht jedes Jahr die volle Menge des Unterhaltungsmaterials nötig, dagegen wird man immerhin dafür sorgen müssen, dafs in den zwischen dem Einbringen neuer Decken liegenden Zeiträumen ein gewisser kleiner Materialbestand zur Verfügung bleibt, damit man bei Bedarf in der Wiederherstellung kleiner Schäden nicht behindert ist.

e) Ausmafs der Materialien und ihr Preis. Die Übernahme der zur Strafsenunterhaltung verwendeten Materialien geschieht gewöhnlich nach dem Ausmafs, indem man die rohen Steine in viereckige Haufen möglichst dicht aufsetzt, oder das Kleingeschläg oder den Kies in regelmäfsige pyramidale Haufen bringt, wozu vielfach Schablonen verwendet werden.

Diese Art der Übernahme ist insofern unsicher, als sehr viel vom Aufsetzen der Steine abhängt, massiges Gestein sich viel lockerer aufschichtet, als lagerhafte Gesteinsarten, ferner beim Steinschlag die Gröfse des Korns starke Unterschiede bedingen kann. Genauer ist deshalb die Übernahme nach Gewicht, das man durch Probewägungen einzelner ausgewählter Haufen bestimmt, dafür aber auch umständlicher. In Württemberg war seither die Vergebung nach dem Gewicht im Gebrauch; als Ge-

[122]) Vergl. Bär, Wasser- und Strafsenbauverwaltung in Baden. S. 442.

wichtseinheit galt die Rofslast zu 500 kg, neuerdings ist man aber zum Ausmafs übergegangen.

Die Ergebnisse von Probewägungen der in Stuttgart verwendeten Materialien zeigt folgende Tabelle:

Tabelle XXIV. **Probewägungen der in Stuttgart verwendeten Gesteine.**

Steingattung	Gewicht des festen Materials f. d. cbm	Gewicht f. d. cbm		Festes Material in 1 cbm	
		aufgesetzte Steine	Kleingeschläg	aufgesetzte Steine	Klein-geschläg
	kg	kg	kg	%	%
Basalt	2700	1562	1625—1505	57	60—56
Porphyr von Dossenheim bei Heidelberg .	2600	1500	1450—1385	57,7	56—53
Muschelkalk	2400	1516	1479	62	60

Die günstigen Verhältniszahlen bei Kalksteinen rühren wohl daher, dafs diese lagerhaften Steine sich dichter aufsetzen lassen, als die ungeschichteten Basalte und Porphyre und dafs das Kleingeschläg etwas gröber ist.

Die Preise der Materialien hängen ab von der Beschaffenheit und Härte des Gesteins; den gröfsten Einflufs übt aber die Entfernung der Bezugsorte von der Verwendungsstelle aus, weshalb die Preise für ein und dasselbe Material sehr verschieden sein können.

In Stuttgart kostet Kleingeschläg von Muschelkalk aus der Umgegend für das Kubikmeter 5 M. bis 5,50 M., wovon 1,30 M. auf das Schlagen kommen. Das Porphyrgeschläg von Dossenheim (bei Heidelberg) dagegen kostet das Kubikmeter frei Bahnhof Stuttgart — 12 M., wovon 6,40 M. für Bahnbeförderung und rund 2,50 M. für das Schlagen zu rechnen sind.

Für die württembergischen Staatsstrafsen stellte sich der Durchschnitt der Kosten für das Kleingeschläg in den Jahren 1901/02 für das ganze Land auf 7,28 M., gegenüber von 6,97 M. nach dem 10jährigen Durchschnitt von 1891/1900 und zwar beträgt der Landesdurchschnittspreis 1991/02 für hartes Gestein 11,65 M. und für weiches Geschläg 5,46 M.

In den einzelnen Bezirken sind die Preise sehr verschieden, höchster Durchschnittspreis für Hartschotter in der Inspektion Ellwangen 16,53 M., höchster Durchschnittspreis für Weichschotter in Rottweil 6,64 M., wogegen als niedrigste Preise in Künzelsau für Muschelkalkschotter nur 3,45 M. bezahlt werden.[123])

Bei Landstrafsen in Württemberg werden im Mittel 2 bis 4 M. für das Kubikmeter Steinschotter ausschliefslich des Einbringens bezahlt. Das Kleinschlagen erfordert hiervon etwa 1,10 M. für das Kubikmeter.

f) Betriebsverwaltung der Strafsenunterhaltung. Die Unterhaltung der Strafsen kann auf verschiedene Weise geschehen, entweder:

α. Im Taglohn durch Arbeiter, die nach Bedarf angestellt und entlassen werden,

β. durch ständige Strafsenwärter mit festem Gehalt, welche das ganze Jahr hindurch auf der Strafse anwesend sein müssen und die tägliche Unterhaltung der Strafse, sowie alle dazu gehörigen Arbeiten besorgen,

γ. durch Strafsenwärter, welche nur die kleineren Ausbesserungen besorgen, bei allen gröfseren Arbeiten aber durch Taglöhner unterstützt werden.

Die Unterhaltung der Strafsen durch nicht ständige Arbeiter eignet sich zunächst für Vizinalstrafsen mit geringem Verkehr, bei denen eine mangelhafte Unterhaltung weniger Nachteile mit sich bringt, als bei stark befahrenen Landstrafsen.

[123]) Verwaltungsbericht der Königl. Ministerialabteilung für Strafsenbau 1905, S. 20.

Es hängt hiermit wesentlich der Unterhaltungsbetrieb zusammen, der so eingerichtet wird, dafs man in gewissen Zeitabschnitten gröfsere Ausbesserungen an ausgefahrenen Stellen vornimmt, in der Zwischenzeit aber möglichst wenig an der Strafse nachbessert. Wir haben deshalb oben für solche Strafsen das Flicksystem mit gröfseren teilweisen Ausbesserungen befürwortet. Aus ganz anderen Gründen wird das System auch noch für die belebtesten Strafsen — die Strafsen der Städte — mit Vorteil angewendet; streckenweise Ausbesserungen müssen hier, um den Verkehr nicht zu stören, auf das geringste Mafs beschränkt werden, das System der Decklagen tritt in den Vordergrund und ständige Wärter sind deshalb nur für die Strafsenreinigung nötig. Da städtische Strafsen stets auf engem Raum zusammengedrängt sind, so ist es für die aufsichtsführende Behörde leicht, jeden Augenblick vom Zustand der Strafsen genaue Kenntnis zu haben, es können dann die erforderlichen Arbeiter sofort beigezogen und kleine oder grofse Ausbesserungen ohne Zeitverlust besorgt werden.

Anders ist die Sache bei Landstrafsen; der mit der Unterhaltung betraute Ingenieur wohnt entfernt, sieht die Strafsen nur von Zeit zu Zeit, so dafs er Anordnungen der jeden Augenblick nötigen Arbeiten nicht rechtzeitig treffen kann, auch sind die Arbeitskräfte nicht immer bei der Hand.

Bei Landstrafsen empfiehlt sich daher die Verwendung ständiger Wärter, denen eine verhältnismäfsig kleine Strecke zugewiesen ist, und die Verständnis und Erfahrung in der Strafsenunterhaltung besitzen und hierdurch befähigt sein müssen, jeden Augenblick einzutreten, wo es nötig ist.

Die Gröfse der einem Wärter zu unterstellenden Strecke und die Arbeiten, die ihm zugewiesen werden, hängen wesentlich von der Art der Unterhaltung ab. Nach dem einen System hat der Wärter sämtliche zur Strafsenunterhaltung gehörigen Arbeiten zu besorgen und ist hierher zu rechnen:

a) Die Früh- und Spätjahrsübersteinung,
b) das Staub- und Kotabziehen,
c) die Unterhaltung der Nebenwege,
d) das Ausschlagen der Gräben und die Unterhaltung der Böschungen,
e) das Einebnen der Fahrbahn,
f) das Ordnen der Materialhaufen und das Schlagen der Steine,
g) die Ableitung des Wassers von der Strafse,
h) die Strafsenpolizei.

Werden diese sämtlichen Arbeiten dem Strafsenwärter übertragen, so kann selbstverständlich die Länge der ihm unterstellten Strecke nur kurz bemessen sein, je nach der Verkehrsgröfse der Strafse $2^1/_2$ bis $1^1/_2$ km, trotzdem wird in Zeiten, wo die Arbeiten sich häufen, also im Frühjahr und Herbst, der Strafsenwärter meistens nicht fertig und notwendige Arbeiten müssen unausgeführt bleiben. Es ist deshalb das andere System vorzuziehen, nach welchem dem Wärter hauptsächlich nur das Abziehen von Staub und Kot, die Herstellung kleiner Ausbesserungen der Fahrbahn und die Unterhaltung der Nebenwege und Böschungen als regelmäfsige Arbeit obliegt, die übrigen Arbeiten aber nur soweit, als er nicht voll beschäftigt ist. Das Zerkleinern des Materials, das Einbringen bei gröfseren Ausbesserungen wird dann vorzugsweise durch Hilfsarbeiter besorgt oder an solche vergeben, und in diesem Fall kann unbedenklich dem Wärter eine gröfsere Strecke übertragen werden.

In Württemberg ist in neuerer Zeit dieses System mehr und mehr in Anwendung gekommen, die Zahl der Strafsenwärter, welche im Jahre 1888 noch 1031 betrug, bei

einer Länge der Staatsstrafsen von 2690 **km**, ist im Jahre 1897 bei einer Strafsenlänge von 2721 **km** auf 920 zurückgegangen, wobei die kleinste Strecke 0,83 **km**, die gröfste 7,1 **km**, die mittlere Ausdehnung eines Wärterbezirks 2,9 **km** Länge besafs. In den verkehrsreichen (kleineren) Strecken wurde von den Wärtern eine Steinzerkleinerung nicht verlangt, in den Strecken mit geringem Verkehr war der Höchstbetrag des vom Wärter zu zerkleinernden Schotters 64 **cbm**, im Mittel 17 **cbm** auf das Jahr.

Eine Zusammenstellung der Einrichtung der Betriebsverwaltung der Staatsstrafsenunterhaltung in Württemberg zeigt folgende Tabelle nach dem Stand von 1900:

Tabelle XXV. **Strafsenbauverwaltung in Württemberg.**

Jahr 1900	Quadratinhalt 19513 qkm. Einwohner 2169480. Einwohner auf 1 qkm 111.	km	auf 10000 E.	a. d. qkm
1. Strafsennetz nach dem Stand von 1900	Staatsstrafsen	3087	14,2	0,16
	Vizinalstrafsen mit Staats- oder Amtskörperschaftsbeitrag	2715	12,5	0,14
	Sonstige Vizinalwege nicht genau bekannt.			
2. Verkehr	Staatsstrafsen f. d. Jahr 1900: Durchgehender Verkehr 156; Örtlicher Verkehr . . 80; zusammen . . 236 Zugtiere f. d. **km** und Tag.			
3. Art der Strafsenunterhaltung	Das Deckensystem ist durchgehends in Übung; alle 2 bis 10 Jahre, daneben wird auch in der Zwischenzeit geflickt.			
4. Gröfse der Inspektionsbezirke	15 Inspektionsbezirke, 1 Inspektor mit 1 Gehilfen besorgt im Mittel 206 **km** Staatsstrafsen, gröfster Bezirk 269,2 **km**, kleinster Bezirk 136,2 **km**.			
5. Strafsen- u. Walzmeister	33 Strafsenmeister und 13 Walzmeister, der Bezirk eines Strafsenmeisters beträgt im Mittel 182 **km**, längster Bezirk 119 **km**, kleinster 14,6 **km**. Kosten f. d. **km** 55 M., für den Walzmeister 14 M.			
6. Strafsenwärter	Ständige Strafsenwärter, Distriktsgröfse im Mittel 3,0 **km**, gröfster Bezirk 7,1 **km**, kleinster 0,85 **km**. Die Strafsenwärter haben keine Steine zu schlagen.			
7. Unterhaltungsmaterial	Bedarf im Mittel: hartes Gestein 21 **cbm** f. d. **km**, weiches Gestein 51 **cbm** f. d. **km**. Durchschnittspreis des Geschläges 8 M. f. d. **cbm**.			
8. Handarbeit	Korngröfse des Geschläges 4—5 **cm**. Aufwand für den Wärter 212 M. f. d. **km**, für Hilfsarbeiter 50 M. f. d. **km**. Kosten der Walzverfahren s. S. 188.			
9. Kosten der Unterhaltung der Staatsstrafsen	Materialbeschaffung 366 M., Strafsenwärter 212 M., Hilfswärter 50 M., Strafsenmeister 45 M., Walzmeister 14 M., Walzverfahren 67 M., Insgemein 24 M., zusammen 778 M. f. d. **km**.			

In den Berichtsjahren 1901/02 haben sich die Verhältnisse sehr wenig geändert, auch die jährlichen Unterhaltungskosten sind beinahe gleich geblieben, nämlich 765 M. auf das Kilometer gegen obige 778 M.

In Baden[124]), wo der Hauptsache nach die Strafsen nach dem Flicksystem unterhalten werden, hat man vom Jahre 1873 ab dasselbe System, jedoch mit der Abänderung eingeführt, dafs die Nebenarbeiten des Strafsenwärters für eine jährliche Aversalsumme in Akkord gegeben wurden; die Einrichtung hat sich gut bewährt und ist jetzt mit Ausnahme der in der Nähe grofser Städte liegenden Strafsenbezirke, wo die Verhältnisse sehr wechselnd sind, überall durchgeführt. Im Jahre 1885 war von 1040 Wärterstrecken bei 693 die Hilfsarbeit verakkordiert, das Aversum betrug im Mittel 100 bis 200 M., Höchstbetrag 550 M., der kilometrische Aufwand für Hilfsarbeit 56 M.

[124]) Bär, Das Strafsenbauwesen im Grofsherzogtum Baden. S. 41.

Die Strafsenwärter unterstehen zunächst den Strafsenmeistern, welche Strecken von 50 bis 80 **km** zu beaufsichtigen haben, die Strafseningenieure mit Strecken von 150 bis 250 **km** besorgen die Oberaufsicht, die Verrechnung der Arbeiten und den Verkehr mit den Behörden.

In Baden waren im Jahre 1877 für 3781,52 **km** Landstrafsen 22 Strafsen- (zugleich auch Wasserbau-) Inspektoren, 82 Strafsenmeister und 970 Strafsenwärter angestellt. Auf einen Strafsenwärter kommen somit im Durchschnitt 3,85 **km**, auf einen Strafsenmeister 46 **km**, früher 50 **km**, wobei aber letzteren auch noch die Aufsicht über durchschnittlich 86 **km** Vizinalstrafsen obliegt; auf eine Inspektion entfallen 172 **km**.

9. Unterhaltung der Nebenbestandteile der Strafsen. Hierher ist zu rechnen die Unterhaltung der Böschungen und Gräben und der Strafsenbankette, ferner der Brücken und Durchlässe, der Einfriedigungen, Sicherheitssteine und Pflanzungen. Diese Arbeiten bilden bezüglich der Kosten einen geringen Teil der Strafsenunterhaltung. Dämme und Einschnitte, wenn sie nicht zu steil angelegt, gut entwässert und berast sind, bedürfen einer Unterhaltung fast gar nicht, Nachfüllungen auf den Dämmen sind nur in den ersten Jahren nötig. Die Hauptausbesserungen betreffen die Gräben, die, wie schon oben erwähnt, jährlich ausgeräumt werden müssen. Bei Strafsen im Hochgebirge kann da und dort die Beseitigung loser Felsstücke nötig werden, welche auf die Strafse zu fallen drohen. Bei Talstrafsen im Überschwemmungsgebiet der Flüsse darf die sorgfältige Unterhaltung der Schutzbauten, Pflasterungen, Steinwürfe u. s. w. nicht versäumt werden.

Bei Brückenbauten sind es die Holzkonstruktionen, welche die gröfste Sorgfalt erfordern, namentlich wenn die Brücken nicht vollständig bedeckt sind. Angefaulte Teile sind rechtzeitig auszuwechseln, und ist die Störung, welche derartige Flickarbeiten im Betrieb der Strafsen hervorbringen, wohl mit die Ursache, dafs man hölzerne Brücken unter verkehrsreichen Strafsen nicht mehr ausführt. Steinerne Brücken, welche Jahrhunderte halten, erfordern einer Unterhaltung fast gar nicht, wogegen eiserne Brücken einer Ausbesserung des Anstrichs etwa alle 3 bis 5 Jahre, einer Erneuerung desselben alle 5 bis 10 Jahre bedürfen. Da namentlich bei Gemeindeverwaltungen häufig der Unterhaltung weniger Aufmerksamkeit geschenkt wird, dürfte es sich empfehlen, die Eisenkonstruktionen möglichst durch Steinbauten zu ersetzen, man geht aber in gegenwärtiger Zeit hierin vielfach zu weit; die Stein- oder Betonbauten werden häufig mit so flacher Spannung und in so geringen Abmessungen ausgeführt, dafs diese Bauten auch nur geringe Dauer versprechen.

Besondere Sorgfalt ist der Unterhaltung der Fahrbahn der Brücken zu widmen, weil hiervon die Erhaltung des Baues selbst wesentlich abhängt. Es mufs darauf gehalten werden, dafs die Wasserableitung eine möglichst vollständige ist, wie immer auch die Konstruktion der Brücke beschaffen sein mag. Da nun bei Holz- und Eisenkonstruktionen der Brücken die chaussierte Fahrbahn wegen der beweglichen Unterlage nicht die Festigkeit und Undurchlässigkeit wie auf der Strafse selbst erreichen kann, so mufs um so mehr darauf gehalten werden, dafs die regelmäfsige Wölbung der Fahrbahn auf der Brücke erhalten bleibt.

Erhebliche Gefahr für Brücken bietet das Hochwasser (Einsturz zweier Isarbrücken in München 1899) und namentlich Eisgänge. Eisstopfungen geben Anlafs zur Unterspülung der Widerlager, weshalb das Eis gegebenenfalls durch Sprengungen zu lösen ist.

Einfriedigungen von Holz haben eine kurze Dauer, weshalb man solche am besten nur vorübergehend verwendet, bis der Baumsatz oder die Hecken, welche sie ersetzen sollen, genügend erstarkt sind. Einfriedigungen, bestehend aus Abweissteinen in nicht zu grofser Entfernung, dürften deshalb hölzernen Einfriedigungen stets vorzuziehen sein.

Baumpflanzungen erfordern in den ersten Jahren grofse Sorgfalt, namentlich Obstsorten und werden bezüglich des nötigen Einbindens, Beschneidens u. s. w. am besten baumzuchtkundige Personen beizuziehen sein. Der Boden ist rund um die Bäume locker zu erhalten, damit der Regen besser eindringt, Hecken sind, nachdem sie gehörig angewachsen, alljährlich zu beschneiden, abgängige Pflanzen nachzusetzen.

In Baden werden alljährlich einzelne Strafsenwärter zu einem Kursus über Obstbaumzucht in die Obstbaumschule zu Karlsruhe geschickt, auch besitzt die Strafsenbauverwaltung eigene Baumschulen, in denen die Bäume zur Anpflanzung der Landstrafsen gezogen werden.

§ 20. Die Strafsenwalzen. Die allgemeinen Gesichtspunkte, welche beim Einwalzen der Steinschlagbahnen in Betracht kommen und das Walzverfahren selbst sind schon oben beschrieben (§ 12, S. 97); es soll hier noch das Nähere über die Bauart der Strafsenwalzen angefügt werden.[125])

Die zum Ebnen von Kieswegen in städtischen Strafsen und Parkanlagen gebräuchlichen Gartenwalzen sollen später bei Besprechung städtischer Strafsenanlagen beschrieben werden, ebenso die beim Bau von Asphaltstrafsen benutzten Handwalzen (Kap. II, § 6). Von den einfacheren Walzen mögen hier erwähnt werden die Pferdewalzen, welche in Amerika zum Ebnen von Erdwegen benutzt werden. Diese sind rund 2 **m** breit, wiegen unbelastet 2 t, belastet rund $3^1/_2$ **t** und bestehen aus 2 bis 6 Zylindern oder Scheiben; die aus 2 Teilen bestehenden sollen den Vorzug verdienen. Im weiteren zu erwähnen sind die Erdwalzen, obwohl diese nicht zu den eigentlichen Strafsenwalzen gehören. Die Erdwalze soll hauptsächlich die bei Erdschüttungen sich bildenden Klumpen und Brocken zerkleinern und eine vollständige Dichtung der Dammschüttung bewirken, so dafs Setzungen ausgeschlossen sind. Die Erdwalzen bestehen deshalb aus einer oder mehreren Gruppen einzelner Scheiben; Abb. 3 u. 4, Taf. VIII stellt eine solche Walze dar, die beim Bau des Staudammes des Weihers von Paroy benutzt wurde; das Gewicht der Walze beträgt leer 1300 **kg**, voll belastet 2100 **kg**. Zur Bewegung dienten 4 Pferde, die dünnen mäfsig feuchten Schichten wurden 4 mal überwalzt. Ähnliche Walzen sind auch bei der Erhöhung des Rhein-Marne-Kanals in dem durch den Weiher von Gondrexange führenden Teil benutzt, ebenso bei der Ausführung des Kanals du Centre in Belgien.

Die eigentlichen Strafsenwalzen zerfallen in Pferdewalzen und Dampfwalzen. Über ihre allmähliche Einführung sind folgende geschichtliche Angaben zu machen.

Bereits gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts hat de Cessart die Anwendung 3,5 **t** schwerer Walzen für den Bau der Strafsen empfohlen, ohne dafs diesem Vorschlage sonderliche Beachtung geschenkt zu sein scheint. Es mufsten die Kunststrafsen in gröfserer Ausdehnung vorhanden und zu unterhalten sein, bevor man ein Verfahren gebührend zu würdigen lernte, dessen Nutzen grofsenteils in einer Verminderung der Unterhaltungskosten der Strafsen besteht. Auch das Inslebentreten der Eisenbahnen

---

[125]) Wir benutzen mit Genehmigung des Verfassers, Herrn Geh. Baurat Sonne, die Abhandlung über Strafsenwalzen in Kap. XVI des IV. Bandes (1. Aufl.) dieses Handbuchs im Auszug, unter Hinzufügung der nötig scheinenden Ergänzungen.

mag eine Veranlassung gewesen sein, der Verbesserung der besteinten Fahrbahnen gröfsere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Gewifs ist, dafs eine allgemeinere Verwendung der Strafsenwalzen sowohl in Frankreich wie in Deutschland und England erst in den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts stattgefunden, dafs aber seitdem zunächst die Pferdewalze in allen zivilisierten Ländern sich rasch eingebürgert hat.

Die Konstruktion der Walze machte die vielfach vorkommenden Stufen durch: man ist von Holzwalzen mit Eisenbeschlag und von Steinwalzen bald zu eisernen Walzen übergegangen, wobei für die Nebenbestandteile (die Vorrichtungen zur Belastung, zum Anspannen der Pferde u. s. w.) eine grofse Zahl von Anordnungen erdacht sind. Es hat kein Interesse, die betreffenden gröfstenteils veralteten Formen im einzelnen vorzuführen; wir können uns darauf beschränken, auf die einschlägigen ausführlichen Literaturangaben zu verweisen, welche Rühlmann im dritten Bande seiner Allgemeinen Maschinenlehre, Braunschweig 1868, auf S. 143 u. ff. bringt.

Als infolge der Entwickelung der neueren Verkehrswege namentlich in Paris und London eine ungemein rasche Zunahme der Bevölkerung und demzufolge auch der Strafsenlinien eintrat, wurde es Bedürfnis, für die zu bewältigende Massenarbeit Dampfwalzen statt der Pferdewalzen einzuführen.[126]) Die ersten derartigen Walzen wurden in den Jahren 1859 und 1862 von Lemoine und beziehungsweise von Ballaison erbaut. An die Konstruktion Ballaison's lehnte sich diejenige Gellerat's an, dessen Walzen seit vielen Jahren in Paris regelmäfsig im Gebrauch sind. — Im Jahre 1863 wurde in England der Firma Clark & Batho die erste Dampfwalze patentiert und im Jahre 1866 begann die Verwendung der Dampfwalzen in der Nähe Londons. Einen durchschlagenden Erfolg hatten jedoch erst Aveling & Porter in Rochester gegen Ende der sechziger Jahre aufzuweisen; die Anordnung, welche die Genannten ihren Walzen im Jahre 1871 gegeben hatten, ist aus Abb. 1 u. 2, Taf. VIII ersichtlich. In neuerer Zeit werden Dampfwalzen auch in anderen englischen Fabriken gebaut, welche weiter unten namhaft gemacht werden sollen. — In Deutschland hat, soviel bekannt, Kuhn in Stuttgart-Berg die erste Dampfwalze gebaut und zwar im Jahre 1878; etwa im Jahre 1880 folgten Maffei in München und Kraufs daselbst, aus neuerer Zeit ist zu nennen die Maschinenfabrik Heilbronn und verschiedene andere. Auch in Amerika werden in neuerer Zeit Dampfwalzen gebaut, so beispielsweise von der Killy-Springfield Road Roller Company in Springfield (Ohio). Dafs in früheren Jahren die Amerikaner keine Dampfwalzen gebaut haben, hängt damit zusammen, dafs dem Bau von guten Landstrafsen sehr geringe Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Man hatte das Hauptgewicht auf den Bau von Eisenbahnen geworfen.

Nachdem die Dampfwalzen anfangs fast ausschliefslich in grofsen Städten benutzt worden waren, ist ihnen neuerdings in ihrer Verwendung zur Unterhaltung der gewöhnlichen Landstrafsen ein neues und sehr ausgedehntes Arbeitsfeld erwachsen.

---

[126]) Über die Entwickelung und die älteren Anordnungen der Dampfwalzen ist zu vergleichen: Müller, Über die Unterhaltung der Strafsen der Stadt Paris (Zeichnung und Beschreibung der Walze von Ballaison). Zeitschr. f. Bauw. 1869, S. 109. — Mitteilungen über ältere Dampfwalzen. Bulletin de la soc. d'encouragement 1865, Bd. XII, S. 696; Artizan 1870, Aug. S. 169; Mech. Magaz. 1870, S. 353. — Mitteilungen über ältere (französische und englische) Dampfwalzen. Engineer 1870, April, S. 185 u. 217; Juni, S. 391; Sept. S. 158; Engineering 1870, Aug. S. 102 u. 115. — Rouleau à vapeur, Système de M. Ballaison. Armengaud, Publ. industr. Bd. XX, Taf. 25. — Dampfstrafsenwalzen von Batho und Aveling & Porter. Zwick's Jahrbuch des Baugew. 1871, S. 508. — Geschichtliches über die Dampfwalzen. Iron 1873, März, S. 305.

Über die Ausführung des Walzverfahrens ist oben im § 12 bereits das nötige erwähnt. Wir behandeln im folgenden die Einzelheiten der verschiedenen Walzenanordnungen und die sonstigen Gesichtspunkte, welche bei der Konstruktion der Walzen in Frage kommen.

1. **Arbeitswiderstände.** Das Walzen bezweckt, ein aus lose aufeinander liegenden Steinen gebildetes Gemenge mit rauher zackiger Oberfläche durch oftmaliges Hinüberführen eines schweren zylindrischen Körpers in ein festgefügtes Konglomerat mit ebener Oberfläche und geringen Zwischenräumen, d. h. in eine steinerne Platte von möglichst gleichmäfsiger Beschaffenheit zu verwandeln, und damit auch die Abnutzung möglichst gleichmäfsig sich vollzieht, in eine Platte, welche so wasserdicht wie möglich ist, um die höchst nachteiligen Einwirkungen, welche namentlich das im Innern derselben durch Frost in Eis verwandelte Wasser in bekannter Weise ausübt, tunlichst einzuschränken. Um eine derartige Veränderung des lose eingebrachten Schotters zu erreichen, mufs sowohl Lage als Form der einzelnen Steine verändert werden, aufserdem ist für vollständige Ausfüllung der Fugen zu sorgen. Eine Veränderung der Form der einzelnen Steinchen findet dadurch statt, dafs unter dem Druck der Walze die scharfen Kanten und Ecken, insoweit sie bei der jeweiligen Stellung der Steine nicht widerstandsfähig genug sind, abgebrochen werden, wobei sich die Zwischenräume in dem unteren Teil der gewalzten Schicht ohne weiteres ausfüllen. Einzelne Steine werden hierbei, namentlich bei Verwendung weicheren Materials, auch wohl ganz zerdrückt. Die Veränderung der Lage der Steine und ein Einkeilen derselben zwischen die darunter befindlichen vollzieht sich gleichzeitig. Es geht hieraus hervor, dafs beim Walzen die Dichtung der Steinbahn allmählich von unten nach oben fortschreitet. Der geschilderte Vorgang erklärt, nebenbei bemerkt, sofort, dafs die Strafsenwalzen mit einer mäfsigen Geschwindigkeit bewegt werden müssen.

Eine eigentümliche Erscheinung ist es, dafs sich manchmal vor der Walze in dem Steinschlage eine förmliche Welle bildet, welche mit ihr fortschreitet. Die Höhe dieser Wellen ist selbstverständlich am gröfsten, wenn das Walzen beginnt, aber sie ist auch von anderen Umständen beeinflufst, worauf wir weiter unten zurückkommen werden.

Der untere Teil einer sorgfältig gewalzten Bahn wird, wie gesagt, ohne weiteres vollständig fest; im oberen Teil dagegen bleiben offene Fugen, deren Ausfüllung mit einem passenden feinen Material bewerkstelligt werden mufs. Nachdem eine solche Deckschicht aufgebracht und eingewalzt ist, vollenden nach einiger Zeit die Räder der Lastfuhrwerke, welche eine gröfsere spezifische Pressung ausüben als die schwerste Walze, die Dichtung der Bahn. Eine gut gedichtete Steinbahn soll etwa 85% an Schottersteinen enthalten.

Die beim Walzen auftretenden Widerstände lassen sich theoretisch nicht berechnen, es liegen auch wenige Erfahrungsergebnisse darüber vor. Sonne[127]) berechnet sie ungefähr zu dem Doppelten des Wertes für eine festgefahrene Fahrbahn, also zu $2 \cdot {}^1/_{33} = 0{,}06$. Dieser Wert erscheint aber offenbar zu klein, da nach Versuchen von Morin und anderen für eine frisch eingeworfene Steinbahn der Widerstandskoeffizient zu ${}^1/_7 = 0{,}15$ beobachtet ist (vergl. Tabelle V, S. 23). — Die von Baurat Voiges auf Anregung von Sonne mit einer Dampfwalze von Aveling & Porter von 15 t Gewicht

[127]) Maschinen für Bau und Unterhaltung der Strafsen. Kap. XVI, Band IV dieses Handbuchs (1. Aufl.).

auf einer Probestrecke bei Bad Ems von 1 **km** Länge mit Steigungen von $5^3/_4$ bis 9,5% gemachten Versuche ergaben folgende Bewegungswiderstände:[128])

a) Auf loser, gänzlich ungedichteter Schotterlage . . . . . . 0,12—0,14
b) auf etwas gedichteter Schotterlage, etwa nach Ablauf von $^1/_3$ der ganzen Walzarbeit . . . . 0,09—0,095
c) nach Ablauf des zweiten Drittels der Walzarbeit . . . . . 0,075—0,08
d) auf völlig festgewalzter, aber noch nicht mit Deckmaterial versehener Steinbahn . . . . 0,065—0,07
e) auf völlig festgewalzter, mit kiesigem, nicht angenäſstem Deckmaterial versehener Steinbahn . . . . 0,08—0,09
f) auf völlig festgewalzter Steinbahn und durch die Dampfwalze geglätteter Decklage . . . . 0,06—0,065

Die Widerstandskoeffizienten der Tabelle V, S. 23 (für glatte Chaussée = 0,03) sind viel kleiner, als die für a) bis f) aufgeführten. Dies erklärt sich aus den bei Dampfwalzen vorhandenen gröſseren Reibungswiderständen.

Auf Steigungen nimmt der Widerstandskoeffizient sehr rasch zu (vergl. Gl. 6, S. 23), so daſs auf Steigungen über etwa 8% bis höchstens 10% das Walzen überhaupt unmöglich wird, auch mit Dampfwalzen.

2. Gewicht der Walzen und seine allmähliche Steigerung während der Arbeit. Bezüglich des Gewichtes der Walzen hat man wohl den Grundsatz aufgestellt, daſs die schwerste Walze die beste sei; dieser Satz ist indessen mit Vorsicht anzuwenden. Richtig ist, daſs Dampfwalzen schwerer sind als Pferdewalzen und daſs sie diesem Umstande ihre Überlegenheit über jene zum Teil verdanken.

Das Gewicht der Pferdewalzen ist dadurch begrenzt, daſs es unzweckmäſsig ist, mehr als acht Pferde zur Bespannung zu verwenden, weil die Leistung des einzelnen Pferdes mit Vermehrung ihrer Zahl erheblich abnimmt. Womöglich sucht man mit sechs Pferden auszukommen. Dementsprechend pflegt das Gewicht einer sogenannten schweren Pferdewalze nicht mehr als etwa 5 bis 6 t in leerem und etwa 10 t in belastetem Zustande zu betragen. Die Verwendung derartiger Walzen setzt aber ein widerstandsfähiges Straſsenbaumaterial und mäſsige Steigungen voraus. Wo diese Vorbedingungen nicht erfüllt werden, sind leichtere Pferdewalzen, beispielsweise solche, welche leer 3 bis 4 t und belastet 6 bis 7 t wiegen, am Platze. Daſs man bei Erd- und Kieswegen Walzen von noch geringerem Gewicht verwendet, ist oben bereits erwähnt.

Hieran schlieſst sich die Frage, ob und inwieweit eine allmähliche Steigerung der Belastung, welche bei Pferdewalzen bekanntlich üblich und aus naheliegenden Gründen notwendig ist, als ein allgemeines und auch bei Dampfwalzen zu erfüllendes Erfordernis zu bezeichnen sei. Hierüber herrschen nicht überall dieselben Ansichten; beispielsweise liest man in der Wochenschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1880, S. 263 das Folgende:

„Einer von verschiedenen Rednern vertretenen Ansicht, es sei zweckmäſsig, mit leichten Walzen vorzuarbeiten und mit schweren die Straſse zu vollenden, traten andere entgegen. Es sei im Gegenteil mit einer schweren Walze zu beginnen, denn durch eine solche werde der ganze Schotter derart komprimiert und ineinandergefügt, daſs er ohne Zugabe von Sand — wie sonst üblich — eine feste Masse bilde; erst nachdem der Untergrund fest geworden, beginne das Material an der Oberfläche zerbröckelt zu werden, und dann sei zur Vollendung der Straſse eine leichte Walze am Platze."

---

[128]) Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 131. Die Versuche wurden in der Art angestellt, daſs man bei der Talfahrt die Gefälle bestimmte, bei welchen die Dampfwalze der Bremsung (durch Gegendampf) bedurfte.

Dieser Ansicht wird aus verschiedenen praktischen Gründen nicht beizustimmen sein, denn mit Rücksicht darauf, daſs zu Anfang des Walzverfahrens die Bewegungswiderstände gröſser sind, sollte notwendig, um die gleiche Bespannung beibehalten zu können, mit leichtem Walzengewicht (unbelasteter Walze) begonnen werden und in dem Maſse, als die Widerstände abnehmen, das Gewicht vergröſsert werden. Bei Neubauten oder beim Einwalzen starker Decken verbietet sich die Anwendung schwerer Walzen dadurch, daſs diese zu tief einsinken und dann nicht mehr von der Stelle zu bringen sind. Es wird deshalb daran festzuhalten sein, daſs man bei Pferdewalzen mit unbelasteter Walze beginnt und das Gewicht nach und nach steigert, bei schwachen Decklagen kann die Walze sofort mit voller Belastung beginnen. Bei Dampfwalzen ist eine veränderliche Belastung der Walzen schwierig anzubringen, sie arbeiten deshalb in der Regel mit gleichbleibendem Gewicht und die oben bezüglich der Neubauten angeführten Nachteile müssen daher mit in den Kauf genommen werden.

Von den Vorrichtungen zu veränderlicher Belastung der Dampfwalzen möge die von Landesbaurat Dreling angewendete erwähnt werden, bei welcher die Veränderlichkeit des Walzendruckes durch Einsetzen von Belastungsgewichten hervorgebracht wird, wodurch Abstufungen des spezifischen Walzendruckes von 5 zu 5 **kg** hervorgebracht werden können.[129]) Das Einsetzen der Belastungsgewichte ist zeitraubend und wird man davon absehen müssen, während des Walzverfahrens Belastungsänderungen vorzunehmen, dagegen kann der Konstruktion ein praktischer Wert insofern zuerkannt werden, als für Schottermaterial verschiedener Härte eine Veränderung des Walzengewichtes möglich ist. Es wird wohl keine Frage sein, daſs für härteres Material schwerere spezifische Belastungen angezeigt sind, abschlieſsende Versuche hierüber liegen aber noch nicht vor. Da nun die Anordnung von Dampfwalzen mit veränderlichem Gewicht weitere Komplikationen in der Konstruktion mit sich bringt, die man gerne vermeidet, so werden die Straſsenverwaltungen wohl meist sich damit begnügen, Maschinen von solchem Gewicht sich anzuschaffen, die für das gewöhnlich verwendete Material sich zweckmäſsig zeigen, bei härterem Material werden dann eben eine gröſsere Zahl von Überwalzungen notwendig werden. (Eine Beschreibung der Dreling'schen Maschine s. § 22.)

Bei den Pferdewalzen unterscheidet man bekanntlich die innere und die äuſsere Belastung und führt zugunsten der ersteren an, daſs sie keine Vermehrung der Zapfenreibung herbeiführe, wie jene es tut. Dessenungeachtet zieht man häufig die Anwendung von Belastungskästen, also die äuſsere Belastung vor. Hierbei ist namentlich der Umstand ausschlaggebend, daſs man mit Hilfe der Kästen das Gewicht der belasteten Walze fast bis auf das Doppelte des Gewichtes der unbelasteten Walze bringen kann, wie es dem jeweilig vorhandenen Widerstandskoeffizienten entspricht (vergl. S. 168). Immerhin können Walzen mit innerer Belastung, insbesondere solche mit Wasserfüllung, namentlich in mit Wasserleitung versehenen Städten und auch sonst am Platze sein, auch eine Vereinigung von innerer und äuſserer Belastung ist nicht ausgeschlossen.

§ 21. Die Pferdewalzen.

1. Abmessungen der Pferdewalzen. Die übliche Breite der Pferdewalzen ist das Ergebnis langjähriger Erfahrungen; sie beträgt etwa 1,1 **m** bei kleineren und bis zu 1,3 **m** bei gröſseren Walzen. Eine merkliche Verminderung dieser Breiten würde die Standsicherheit der Walze beeinträchtigen, während eine Vergröſserung derselben ihrer Lenk-

---

[129]) Zentralbl. d. Bauverw. 1887, S. 446, auch v. Willmann, Straſsenbau, S. 38.

barkeit schaden müfste; ferner schliefst die bekannte Gestaltung des Querprofils der Fahrbahnen Walzen von sehr grofser Breite von vornherein aus. Die angegebene geringste Breite ist namentlich auch deshalb erforderlich, weil die Spuren, welche zwei nebeneinander gespannte Pferde hinterlassen, von der nachfolgenden Walze geebnet und beseitigt werden müssen.

Um die von den Walzen ausgeübten Pressungen miteinander zu vergleichen, erscheint es zweckmäfsig, das Gewicht der Walzen auf das Meter oder das Zentimeter ihrer Breite zu beziehen. Man pflegt als zweckmäfsige Belastung des laufenden Meters der Walzenbreite anzunehmen

bei leichten Walzen leer 3, belastet 5 t,
bei schweren Walzen leer 5, belastet 8 t.

Bei Dampfwalzen geht man in neuerer Zeit noch weiter bis zu 10 **t** (vergl. S. 98).

Es mufs indessen beachtet werden, dafs Vergleiche der bezeichneten Art genau genommen nur dann am Platze sind, wenn es sich um Walzen mit gleichem oder nahezu gleichem Durchmesser handelt. Wenn dies nicht der Fall ist, so beeinflufst die Krümmung des Mantels der Walzen die spezifischen Pressungen und man sollte alsdann die gröfsten Pressungen, und zwar in der in ähnlichen Fällen üblichen Weise auf eine Flächeneinheit (**qcm**) bezogen, angeben. Die betreffenden Rechnungen, bei denen die Formänderung, welche der Walzenkörper durch den Druck erleidet, vernachlässigt werden kann, sind leicht, sobald man durch Messung ermittelt, wie grofs der Teil der Mantelfläche ist, welcher mit der Fahrbahn oder dem Steinschlage in innige Berührung kommt. Einige vorläufige Messungen des Geh. Baurat Prof. Sonne haben ergeben, dafs es sich hierbei für schwere ruhende Walzen von 1,5 **m** Durchmesser um eine Breite der Berührungsfläche von etwa 10 **cm** auf fester Bahn und von im Mittel etwa 20 **cm** während des Walzens handelt. Auf Grund dieser Abmessungen läfst sich bei gegebener Belastung und gegebenem Durchmesser die gröfste Pressung auf das Quadratzentimeter durch Rechnung bestimmen. Beispielsweise wurde für 20 **cm** Breite der Berührungsfläche bei einer Walze von 1,5 **m** Durchmesser, welche auf das Meter ihrer Breite mit 7,83 **t** belastet ist, die gröfste Pressung für das Quadratzentimeter zu 5,9 **kg** ermittelt, einer Einsenkung der Walze in den Steinschlag von 6,7 **mm** entsprechend. Eine Walze von 1 **m** Durchmesser dagegen, welche wie vorhin belastet ist, würde 7,6 **mm** tief einsinken und dabei eine spezifische gröfste Pressung von 6,8 **kg** ausüben.

In gleicher Weise kann die gröfste Pressung von Landfuhrwerken mit derjenigen von Walzen verglichen werden. Die obige Walze von 1,5 **m** Durchmesser verursacht bei 10 **cm** Breite des Einpressungskörpers, also auf fester Steinbahn, eine gröfste Pressung von 11,7 **kg** für das Quadratzentimeter. Für ein mit 1500 **kg** belastetes und 1,0 **m** grofses Rad eines schweren Fuhrwerks mit 12 **cm** breiten abgenutzten Felgen dagegen ergibt sich eine gröfste Pressung von 23 **kg** für das Quadratzentimeter, somit annähernd doppelt so viel.

Die übliche Form neuer Walzen ist bekanntlich die eines Zylinders mit abgerundeten Kanten; es fragt sich, ob diese Form die zweckmäfsigste ist. Neuerdings und, nebenbei bemerkt, bereits vor fünfzig Jahren ist vorgeschlagen worden, den Mantel der Walzen in Rücksicht auf die Wölbung des Querprofils der Steinbahnen etwas hohl (hyperboloidisch) zu gestalten. Es braucht nicht ausführlich nachgewiesen zu werden, dafs eine solche Anordnung unzweckmäfsig sein würde. Gerade die entgegengesetzte Form, nämlich eine mäfsige Ausbauchung des Längsschnittes der Walze, ist zu empfehlen. Dies, sowie der Grad der Abnutzung der Walzen ergibt sich unter anderem aus Be-

obachtungen, über welche Ingenieur Debauve Mitteilungen gemacht hat.[130]) Seine Beobachtungen wurden mit einer Walze angestellt, welche leer 4500 kg, voll belastet 7100 kg wog. Nachdem sie im Dienst 3200 km und etwa 3800 km im ganzen (also einschliefslich der Leerfahrten) zurückgelegt und 2400 cbm Quarzgestein gedichtet hatte, war ihre Mantelstärke in der Mitte von 58 mm auf 31 mm vermindert und die Erzeugungslinie des Zylinders zeigte auf 1,20 m Länge einen Pfeil von 8 bis 9 mm. Die Ursache dieses Hohlwerdens der Walzen liegt teils in der Wölbung des Querprofils der Strafsen, teils darin, dafs der Gufs in der Nähe der Endflächen etwas härter zu sein pflegt als in der Mitte. Wenn man nun der Walze anfangs eine kleine Ausbauchung gibt, so wird dadurch die Dauer ihres Mantels vergröfsert.

Dafs die gufseisernen Walzen, denen man Wandstärken von 5 bis 7,5 cm zu geben pflegt, sich stark abnutzen, so dafs eine häufige Erneuerung des Mantels erforderlich wird, ist unverkennbar ein Übelstand. Man hat deshalb auch Mäntel von Eisenblech ausgeführt; ob solche sich bewährt haben, ist dem Verfasser zur Zeit noch nicht bekannt. Mehr Erfolg dürften Umkleidungen der Gufskörper mit Stahlblech versprechen, womit man vereinzelte Versuche angestellt hat.[131]) Auch sind hier die dem Ingenieur Hoffacker patentierten „auswechselbaren Laufmäntel" zu erwähnen.[132])

2. Vorrichtungen zum Wenden von Pferdewalzen. Das Umwenden der einachsigen Pferdewalzen mit der Bespannung hat auf den meist schmalen Landstrafsen Schwierigkeiten. Man kann die Walze mit zwei Deichseln versehen, so dafs am Ende der Walzstrecke angekommen nur die Pferde umgespannt zu werden brauchen, auch sind schon Walzen zur Anwendung gekommen, welche ein Umdrehen des Gespanns gestatten, während die Walze stehen bleibt. Die Konstruktion ist aber eine umständliche, weshalb die einfachere Konstruktion oder mehrteilige Walzen vorzuziehen sein dürften, wie sie weiter unten beschrieben werden.

3. Beispiele von Pferdewalzen. Die Abbildungen 13 bis 15 der Tafel VIII zeigen zunächst eine Walze mit Wasserfüllung, die namentlich in Städten Anwendung findet, wo das zur Füllung nötige Wasser stets zur Hand ist. Aber auch auf Landstrafsen werden derartige Walzen benutzt. Die genannte Walze hat einen Durchmesser von 1,4 m bei 1,3 m Breite, der Mantel ist 60 mm dick und im Innern mit Rippen verstärkt, die Stirnseiten sind durch angeschraubte Deckel gebildet, in deren einem eine Öffnung *m* zum Eingiefsen des Wassers und ein Mannloch sich befinden. Die Drehachse ist 120 mm stark, an ihr ist das sogenannte Gatter befestigt, und beiderseits mit Vorrichtungen zum Abkratzen des sich anhängenden Materials beziehungsweise mit Bremsvorrichtungen versehen. Die Deichsel ist nur einseitig angebracht, da das Drehen der Walze auf städtischen Strafsen keine Schwierigkeiten macht, auf der anderen Seite ist als Gegengewicht der Deichsel ein eisernes Kästchen mit Gewichten vorhanden. Aufser der Deichsel und der Bremsvorrichtung sind alle Teile aus Eisen; Gewicht der leeren Walze rund 5000 kg, einschliefslich Wasserfüllung rund 6000 kg. Zur Bespannung sind auf ebener oder nicht zu stark ansteigender Strafse 6 Pferde erforderlich. Die Fabrikanten dieser Maschine, Julius Wolff & Co., Heilbronn, haben in neuerer Zeit eine patentierte Bremsvorrichtung angebracht, welche darin besteht,

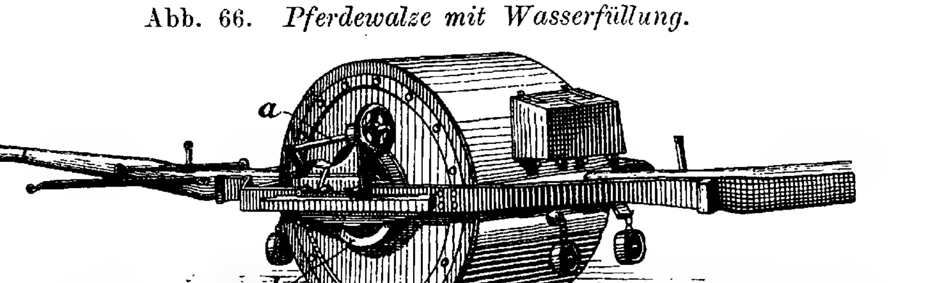
---

[130]) Siehe Ann. des ponts et chaussées 1882, I. S. 659.

[131]) Vergl. die Mitteilungen über die Walze von Granjon, Portefeuille écon. des machines 1879, S. 21.

[132]) Vergl. Deutsche Bauz. 1892, S. 367. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 452 und v. Willmann, Strafsenbau, Fortschr. d. Ing.-Wissensch. II, 4. S. 37.

Abb. 66. *Pferdewalze mit Wasserfüllung.*



dafs an den Seiten des Walzzylinders 70 mm breite, an der Stirnseite der Walzen angegossene Bremsscheiben *b* von 500 mm Durchmesser vorstehen, an diesen wird das Bremsen durch Stahlbänder, welche durch Bremsspindeln *a* angezogen werden, bewirkt.[133]) Die Anordnung einer solchen Walze zeigt Abb. 66.

Als zweites Beispiel ist in Abb. 16 bis 18, Taf. VIII eine Walze abgebildet, wie sie in Württemberg beim Strafsenbau angewendet wird. Statt der einen Walze des vorigen Beispiels sind deren drei vorhanden, die vordere in der Mitte ist mit dem Vordergestell drehbar, die beiden hinteren Walzen sind fest am Obergestell in einem lichten Abstand, der etwas kleiner ist, als die Breite der vorderen Walze. Ein Holzkasten, in welchen nach Bedarf Beschwerungsmaterial eingelegt wird, bildet den Oberbau des Wagens, eine Bremsvorrichtung wirkt auf die beiden hinteren Walzen, sodann sind an jeder Walze Kratzvorrichtungen zum Abstofsen des aufgewickelten Materials angebracht. Da das Vordergestell um 90° drehbar ist, so kann die Walze auf 5 bis 6 m breiten Strafsen gedreht werden. Die Dicke des gufseisernen Walzenmantels der Walze beträgt 50 mm, die Stirnseite ist durch 4 Speichen gebildet, der Oberbau besteht aufser dem Beschlag aus Holz, die leere Walze wiegt 3500 kg und voll mit Steinen belastet etwa 5500 kg. Diese Walze arbeitet gut, ist nur für hartes Steinmaterial zu leicht; dasselbe gilt auch für die erstgenannten Walzen mit Wasserfüllung, weshalb sie mehr und mehr durch die Dampfwalzen verdrängt wird.

4. Kosten der Pferdewalzen. Diese betragen für Walzen mit äufserer Belastung (welche teilweise aus Holz bestehen) etwa 1400 bis 1600 M., die mit Wasserfüllung und einem Eigengewicht von 5000 kg etwa 1750 M.

Für Amortisation, Verzinsung und Unterhaltung der Pferdewalzen können (vergl. Zeitschr. f. Bauw. 1883, S. 310) etwa 8% des Anlagekapitals angesetzt werden, aufserdem 12 M. jährlich für laufende Ausbesserungen. Nach Ermittelung von Debauve müssen die auf S. 172 erwähnten Walzen einen neuen Mantel erhalten, wenn sie etwa 4000 cbm Steinschlag gedichtet haben; hieraus berechnet er die Kosten der Mantelerneuerung zu 0,20 bis 0,25 Fr. (16 bis 20 Pf.) für das Kubikmeter des eingewalzten Materials.

Angaben über die Gesamtkosten des Walzens mit Pferdewalzen sind im § 24 zusammengestellt.

§ 22. Dampfstrafsenwalzen. Mit der Einführung der Dampfwalzen vollzieht sich ein wesentlicher Fortschritt in der Technik des Strafsenbaues. Es ist nicht angezeigt, an dieser Stelle die zahlreichen Vorteile eingehend zu erörtern, welche sie den Pferdewalzen gegenüber haben, zumal dies in der technischen Literatur neuerdings vielfach geschehen ist; es genügt zu bemerken, dafs die Dampfwalzen in allen Fällen den Vorzug verdienen, in welchen es sich um Walzarbeiten handelt, die einen grofsen Aufwand an mechanischer Arbeit erfordern. Dies tritt ein, wenn die zu walzenden

---

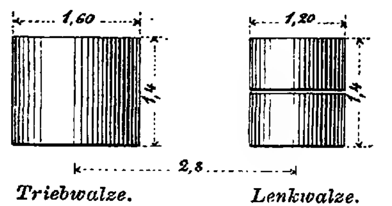
[133]) v. Willmann, Strafsenbau. Fortschr. II, 4. S. 36.

Flächen eine bedeutende Ausdehnung haben, aber auch dann, wenn starke Steigungen vorhanden sind, wenn der Steinschlag aus sehr hartem Material besteht u. s. w. Es ist aber, wenn anders auf leichte Fahrbarkeit der Walzen angemessene Rücksicht genommen wird, nicht erforderlich, dafs die zu walzenden Flächen zusammenhängend sind oder nahe bei einander liegen. Die Dampfwalze eignet sich somit nicht allein für die in gröfseren Städten vorkommenden Strafsenneubauten und -Unterhaltungen, sondern auch für die Unterhaltung gewöhnlicher Strafsen, auch der Vizinalstrafsen, sobald die soeben angegebenen Vorbedingungen erfüllt werden, und es ist in jetziger Zeit ihre Verwendung schon eine sehr ausgedehnte und erfolgreiche geworden. Wahrscheinlich ist es, dafs mit der allgemeinen Einführung der Dampfwalze eine Meinungsverschiedenheit verschwindet, welche jetzt bei der Strafsenunterhaltung bezüglich des sogenannten Flicksystems und der Unterhaltung mittels durchgehender Decklagen noch besteht, und dafs man bei Strafsen mit nicht zu geringer Verkehrsgröfse die letztgenannte Art der Unterhaltung demnächst überall zur Anwendung bringen wird.

Die Dampfstrafsenwalzen zerfallen bekanntlich in zwei Arten, je nachdem man zwei oder vier Walzzylinder anwendet. Zwei Zylinder kommen namentlich in Frankreich vor, daher man wohl von einer „französischen Bauart“ der Dampfwalzen spricht, während man in England von vornherein die zweite Art bevorzugt hat (englische Bauart). In Deutschland sind Dampfwalzen nach französischer Bauart von Maffei in München ausgeführt, während Kuhn in Stuttgart, Kraufs in München, die Maschinenfabrik „Cyklop“ in Berlin, die Maschinenfabrik Heilbronn und andere sich der englischen Bauart angeschlossen haben.

1. Dampfwalzen französischer Bauart.[134]) Die erste Dampfstrafsenwalze, welche im Jahre 1861 in Paris eingeführt wurde, ist die von Ballaison; sie besteht aus zwei Walzen von 1,2 bis 1,5 **m** Durchmesser und 1,45 **m** Breite, deren Achsentfernung von 3,0 bis zu 4,0 **m** verändert werden kann. Auf der vorderen Walze ist die Lokomobile montiert, zwei oszillierende Zylinder zwischen den Walzen übertragen die Bewegung auf diese mittels Zahnrädern und Ketten ohne Ende, Gewicht der Walze 17,5 bis 22,5 **t**. Die Bewegung in Kurven ist dadurch möglich, dafs die beiden Walzenlager auf einer Seite verstellbar eingerichtet sind. Eine neuere Konstruktion ist die Walze von Gellerat, welche ebenfalls aus zwei Walzen von gleichem Durchmesser und gleicher Länge besteht und seit 1864 in Paris angewendet wird. Sie zeigt ähnliche Übertragung der Kraft der Dampfmaschinen auf die Walzen, und es wurden von ihr Gröfsen von 17, 24 und 30 **t** ausgeführt; bei der ersten Sorte haben die Walzen 1,2 **m** Durchmesser und 1,4 **m** Breite und sind mit durchschnittlich 6 **t** auf das Meter ihrer Breite belastet, bei den gröfseren Arten steigt die Belastung auf 8 **t**; mehr soll in Paris zufolge erlassener Vorschriften nicht gestattet sein (wir haben oben in § 12 die Belastung von 8 bis 10 **t** als Maximum des Zulässigen bezeichnet).

Abb. 67.
Französische Walzenanordnung.



Walzen nach französischer Bauart sind in Deutschland von Maffei in München in verschiedener Anordnung gebaut worden. Bei der einen (s. Abb. 67) ist die vordere Walze von 1,6 **m** Durchmesser und 1,4 **m** Breite

[134]) Die Pariser Dampfstrafsenwalzen. Deutsche Bauz. 1872, S. 294. — Dampfstrafsenwalzen in Paris. Engineering 1871, II. S. 835. — Dampfstrafsenwalze von Maffei. Deutsche Bauz. 1881, S. 56; Zeitschr. f. Bauk. 1883, S. 282.

als Treibwalze behandelt. Die hintere von 1,2 m Durchmesser ist in 2 Teile geteilt und hat beiderseits verstellbare Lager, ähnlich wie die Walze von Gellerat; sie dient somit als Lenkwalze. Die erstere der Walzen ist mit 17 t, die letztere mit 9 t belastet, die Belastung der Treibwalze ist offenbar viel zu grofs, nicht nur mit Rücksicht auf das Strafsenmaterial, sondern auch bezüglich etwaiger Brücken, welche die Strafsenwalze zu überschreiten hat.

Eine andere Maschine von Maffei hat nur 2 Walzen von gleichem Durchmesser, wie die von Gellerat, die Achsen der Walze ruhen in Kugellagern und sind durch Kegelräder in entgegengesetztem Sinne drehbar (s. Abb. 10, Taf. VIII). Die umständlichen Lenkvorrichtungen sind wohl schuld, dafs in neuerer Zeit den vierteiligen (englischen) Walzen der Vorzug gegeben wird.

2. Englische Dampfwalzen.[135]) Die Anordnung der englischen Dampfwalzen beruht auf dem Gedanken, dafs zwischen einer Dampfwalze und einer Strafsenlokomotive eine nahe Verwandtschaft besteht. Eine jede Strafsenlokomotive verwandelt sich ohne weiteres in eine Dampfwalze, sobald ihre Räder durch breite und schwere Walzzylinder ersetzt werden, und auch nach dieser Veränderung läfst sich die Maschine als Lokomotive benutzen. Hieraus erklärt es sich, dafs namentlich diejenigen englischen Fabriken, welche Strafsenlokomotiven bauen, auch Dampfwalzen herstellen.

a) Dampfwalze von Aveling & Porter. Den vorhin erwähnten Weg haben, soweit bekannt, zuerst Aveling & Porter in Rochester und zwar mit gutem Erfolge betreten. Ihre Walzen sind in Deutschland infolge der Bemühungen ihrer Vertreter, Jakob & Becker in Leipzig, ziemlich verbreitet und beginnen auch in Frankreich heimisch zu werden.

Die Abb. 1 u. 2, Taf. VIII führen ein älteres Exemplar der Aveling'schen Walzen von nur 8 t Gewicht vor; bei demselben haben die hinteren Walzzylinder A je 0,33 m, die vorderen B je 0,43 m Breite und die Breite des gewalzten Streifens beträgt 1,42 m.

Da diese Maschine schon oft beschrieben ist, so genügt es, hier auf einzelne Punkte aufmerksam zu machen. Von den Walzzylindern A wirkt nur einer und zwar der in Abb. 1 sichtbare als Treibwalze. Die zugehörige Achse trägt zwei vertikale Blechwände C, welche einerseits zur Unterstützung des Kessels, andererseits zur Lagerung der Schwungradwelle und der Wellen der Rädergetriebe dienen. Die Art und Weise, wie der Kessel zunächst der Rauchkammer gestützt ist, geht aus der Zeichnung hervor. — Als Lenkvorrichtung sind vorhanden: ein aus Winkeleisen hergestellter Bügel, welcher bei EE (Abb. 2) mit der Achse der vorderen Walzen in Verbindung steht, eine Gliederkette, deren Enden an diesem Bügel befestigt sind während ihre Mitte um eine Kettenscheibe F geführt ist, und die in Abb .1 ersichtlichen Spindeln, Schrauben und Schraubenräder, welche es ermöglichen, die Lenkvorrichtung mittels des Handrades G in Bewegung zu setzen. Eine Abart, bei welcher das Handrad bei G_1 liegen würde, ist, soweit bekannt, nicht zur Ausführung gekommen.

Die Dampfwalze von Aveling & Porter kann auch als Lokomobile, z. B. zum Betriebe von Steinbrechmaschinen, verwendet werden. Alsdann dient das Schwungrad H zugleich als Riemenscheibe, nachdem die Treibwalze ausgeschaltet ist.

Neuerdings bauen Aveling & Porter ihre Walzen in Gewichten von 10, 15 und 20 t. Die 15 t-Walze hat Treibwalzen von 1,5 m Durchmesser und walzt Streifen

[135]) Dampfstrafsenwalze von Aveling & Porter. Deutsche Bauz. 1872, S. 134. — Prakt. Maschinenkonstr. 1872, S. 245. — Allg. Deutsche polyt. Zeitung 1874, April, S. 181. — Stummer's Engineering 1875, II. S. 166. — Ferner: Engineering 1872, II. S. 32. — Scientific american 1873, I. S. 343. — Engineering 1873, I. S. 309. — Daselbst 1875, II. S. 131. — Revue industr. 1875, Okt. S. 172. — Scientific american 1875, I. S. 5. — Ann. d. ponts et chaussées 1876, I. S. 5. — Revue industr. 1879, S. 375. — Engineering 1879, I. S. 564, 575. — Ann. industr. 1883, I. S. 790. — Jakob & Becker in Leipzig. Erfahrungsresultate über (Aveling'sche) Dampfstrafsenwalzen. 1879. (Nicht im Buchhandel.) — Dampfstrafsenwalze von Thomas Green (12 1/2 t). Engineer 1880, II. S. 245.

von 1,9 m Breite; die 20 t-Walze hat Treibwalzen von 1,65 m Durchmesser und walzt Streifen von 2,1 m Breite. Die Walzen von 10 und 15 t Gewicht sind die gebräuchlichsten; in besonderen Fällen werden auch 25 und 30 t schwere Maschinen hergestellt.

Es mögen hier zunächst einige Angaben über die 10 t-Walze Platz finden. Das Gewicht einer derartigen, im Jahre 1876 gelieferten Walze beträgt 9400 kg leer und 10370 kg in dienstbereitem Zustande. Das Gewicht verteilt sich derart, dafs die gröfseren Walzen 6500 kg und die kleineren 3500 kg tragen; den letzteren fällt somit wenig mehr als ein Drittel der Gesamtlast zu. Die Hauptabmessungen sind:

Gröfste Länge	5,25	m
Gröfste Höhe	2,97	„
Breite der Treibwalzen, je	0,415	„
Breite der Lenkwalzen, einschliefslich eines Spielraumes von 0,02 m, im ganzen	1,09	„
Breite des gewalzten Streifens	1,95	„
Durchmesser der Treibwalzen	1,45	„
Dicke der Walzenmäntel	0,054	„
Durchmesser des Dampfkolbens	0,178	„
Hub desselben	0,255	„

Es ergibt sich, dafs ein Meter der Walzenbreite bei den grofsen Walzen mit 7,83 t, bei den kleinen mit 3,28 t belastet ist.

Arbeitend legt die Walze durchschnittlich 1700 m in der Stunde zurück, wobei die verschiedenartigen Pausen und Aufenthalte eingerechnet sind. Nach der Arbeitsstelle kann man sie fahren, sobald der Dampfüberdruck im Kessel 3½ Atmosphären erreicht hat; auf wagerechten Strecken arbeitet sie mit 4, auf Steigungen unter 7% mit 5 Atmosphären, äufserstenfalls kommen 6 Atmosphären zur Anwendung. Die Arbeit, welche von dem Dampfkolben ausgeübt wird, berechnet sich bei 4½ Atmosphären Dampfüberdruck zu 11,3 Pferdekraft.

Man hat beobachtet, dafs bei der Beförderung der Maschine Strecken von 12% Steigung ohne Schwierigkeit befahren wurden, wenn die Fahrbahnen besteint waren, und zum Walzen hat man sie ausnahmsweise auf Steigungen von 9% benutzt. Ferner ist beobachtet worden, dafs die Walze die Ecken rechtwinkelig zusammenlaufender Strafsen mit 5 m breiten Fahrbahnen befahren und auf einem Platze von 12 m Durchmesser im Kreise wenden kann. Als kleinsten Halbmesser der Kurven, welchen die Mitte der Lenkwalzen-Achse beschreibt, kann man 4 bis 5 m annehmen.

Bei der 15 t-Walze beträgt die Breite der grofsen Walzzylinder je 0,520 m, diejenige der kleinen je 0,607 m; die ersteren sind mit 8500 kg, die letzteren mit 6500 kg belastet. Der Dampfkolben hat 202 mm Durchmesser. Die Leistungen dieser und der Walze von 20 t Gewicht sind selbstverständlich noch bedeutender, als diejenigen der 10 t-Walze und es ist glaubhaft, dafs sie Strafsen von 14% Steigung befahren können.

Die Konstruktion der in Rede stehenden Walzen hat man auf Grund langjähriger Erfahrungen nach verschiedenen Richtungen hin verbessert. Es ist namentlich hervorzuheben, dafs man in neuerer Zeit zylindrische Lenkwalzen anwendet und dafs diese den kegelförmigen vorzuziehen sind, denn bei den letzteren treten infolge der verschieden grofsen Umfangsgeschwindigkeiten Kraftverluste ein, auch sollen die kegelförmigen Walzen stärkere Steinschlagwellen hervorrufen. Die letzteren waren früher nur des-

halb nötig, um den Kessel mittels einer Stütze auf die Achse befestigen zu können (vergl. Abb. 68). Die Anwendung eines die Walzen umfassenden Bügels ist aber ebenso einfach; auf dem wagerechten Teil dieses Bügels ruht die Kesselstütze, die Walzen können dann zylindrische Form erhalten. Ferner hat man dem Kessel eine tiefere Lage gegeben und die Lenkvorrichtung durch Anordnung einer unter dem Kessel liegenden wagerechten Welle verbessert. Dementsprechend wird die Lenkkette in zwei Teile geteilt, deren Enden auf zwei kleinen, an der bezeichneten Welle sitzenden Trommeln rechts- und linksgängig aufgewickelt sind. Mittels Handspindel, Schnecke und Schneckenrad wird die Trommelachse in Drehung versetzt.

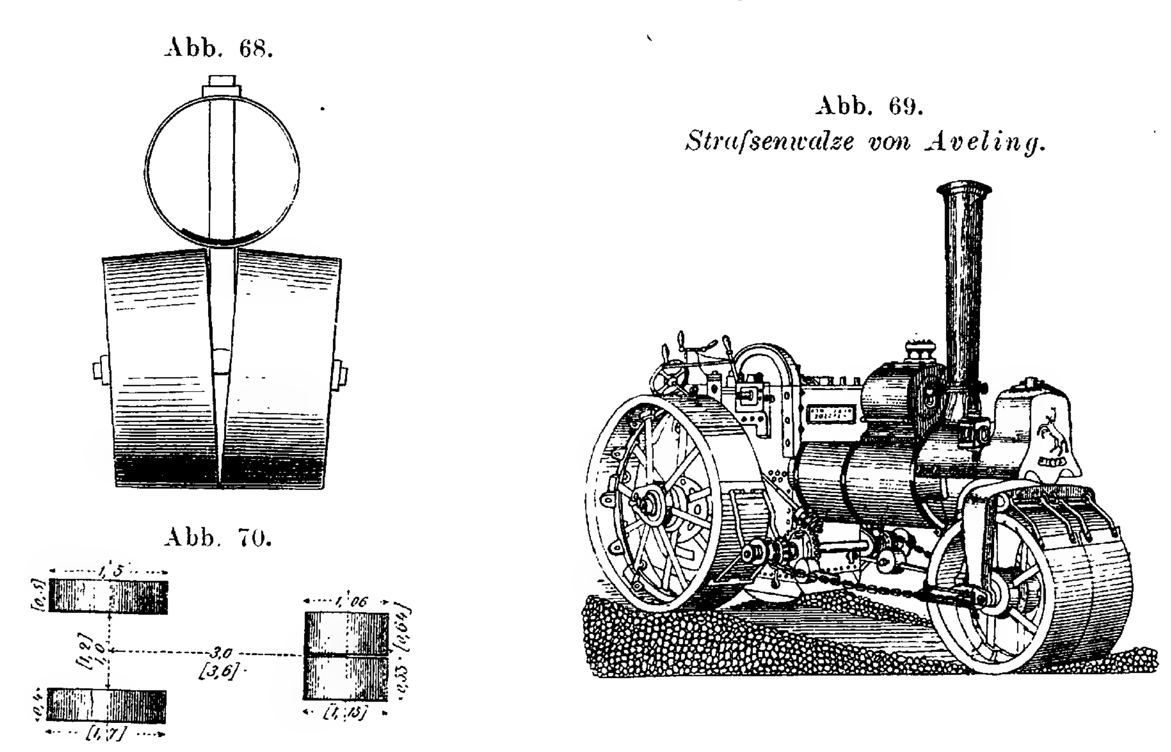


Abb. 68.

Abb. 69. *Strafsenwalze von Aveling.*

Abb. 70.

Auch die Verbindung der Treibwalzen mit ihrer Achse ist vervollkommnet. Man hat gelernt, beide Walzen als Treibwalzen zu benutzen, man mufste aber hierbei dafür sorgen, dafs die beim Befahren von Kurven eintretende Verschiedenheit in den Längen der von beiden Walzen zurückgelegten Wege sich — ohne dafs ein teilweises Gleiten derselben eintritt — in selbsttätiger Weise ausgleicht. Bei der Aveling'schen Walze beschränkt sich die betreffende Anordnung auf einen starken Durchsteckbolzen, welcher in angemessener Entfernung von der Achse der einen Treibwalze angebracht ist und in eine mit der letzteren fest verbundene Öse eingreifend, die Verbindung zwischen der Walze und ihrer Achse herstellt. Derselbe wird nur beim Befahren von scharfen Kurven herausgezogen. Vollkommener erscheinen, wie schon an dieser Stelle bemerkt werden mag, Anordnungen, welche man Differential-Rädergetriebe nennt.

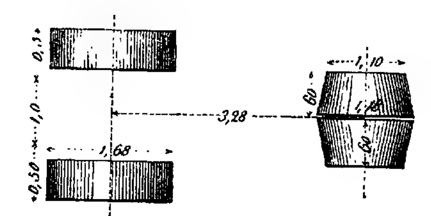
Die perspektivische Skizze einer verbesserten Aveling'schen Walze s. Abb. 69, die Grundrifsanordnung Abb. 70.

b) Dampfwalzen anderer englischen Fabrikanten. Von Konstruktionen anderer englischen Fabrikanten sind anzuführen die von John Fowler & Co. in Leeds ausgeführten, welche als Kompoundmaschinen ausgebildet sind und hierdurch geringeren Dampfverbrauch und nahezu geräuschloses Arbeiten ermöglichen. Ferner sind noch zu erwähnen die Walze von Green & Sons, Leeds, und die Walze von Chaplin & Cie., Glasgow, welche mit stehendem Kessel versehen ist.

3. Deutsche Dampfwalzen mit vier Walzzylindern.[136]) Die Mehrzahl der deutschen Fabrikanten wendet bei ihren Dampfwalzen die englische Bauweise an und manche haben die Anordnungen von Aveling & Porter auch in anderer Hinsicht übernommen. Im einzelnen sind aber Verbesserungen vorgenommen worden, auch ist das Bestreben unverkennbar, den eigentümlichen Anforderungen des Walzverfahrens in jeder Beziehung Rechnung zu tragen und durch angemessene Verstärkungen einen möglichst ungestörten Betrieb zu sichern; hierauf ist besonderer Wert zu legen, wenn die Walzen auf gewöhnlichen Strafsen und dann nicht selten in grofser Entfernung von einer Maschinenfabrik arbeiten.

a) Die von Kuhn in Berg im Jahre 1878 für die Stadt Stuttgart erbaute Dampfwalze hatte die Anordnung der Abb. 71 und ein Gesamtgewicht von 23 t. Es war verlangt worden, dafs die Walze auf Steigungen von 8% zum Einwalzen harten Porphyrs noch sollte benutzt werden können, wodurch das grofse Gewicht sich erklärt; die Arbeitsleistung beträgt 20 bis 30 Pferdekräfte. Die Maschine stellte sich beim Gebrauch als zu schwer heraus, das Strafsenmaterial wurde unnötig zerdrückt, gufseiserne Schachtdeckel zerstört, daher hat die Fabrik später leichtere gebaut mit Gewichten von 12, 15 und 18 t, welche allen an sie gestellten Anforderungen entsprechen. Abb. 72 u. 73 zeigen Ansicht und Grundrifs einer solchen Walze nach einer von der Fabrik gütigst mitgeteilten Zeichnung. Von den Einzelheiten möge hier die Steuervorrichtung näher beschrieben werden. Für die Anwendung der Dampfwalze in den Strafsen Stuttgarts hatte die Staatsregierung vorgeschrieben, dafs die Lenkvorrichtung rasch und sicher wirken sollte; dies ist mittels der auf Taf. VIII, Abb. 8 u. 9 dargestellten Vorrichtung erreicht. *e* ist die Achse der Treibwalzen; die Zahnrädergetriebe, welche die Bewegung der Schwungradwelle auf die Treibwalzen übertragen, sind durch strichpunktierte Linien angedeutet. *i* ist die Trommelwelle (vergl. Abb. 72 u. 73), auf deren Trommeln die nach den Lenkwalzen geleiteten Ketten sich rechts und linksgängig aufwickeln. *gh* ist eine unten mit Schnecke versehene Spindel, welche die Bewegung der Schwungradwelle nach Bedarf auf die Trommelwelle *i* überträgt, Abb. 9 zeigt im Schnitt das Wendegetriebe nebst Zubehör. Bei dieser Anordnung genügt ein Hebeldruck des Führers, um die Lenkvorrichtung in Tätigkeit zu setzen und somit die Maschine rechts oder links zu drehen; die verschiedenen Stellungen des Handhebels sind in Abb. 8 angegeben. In der Stellung „Gerade aus" kann der Hebel durch eine Klinke festgestellt werden. Diese Lenkvorrichtung ist der Fabrik patentiert und bei allen Kuhn'schen Maschinen in Verwendung.

Abb. 71. *Walzenstellung der Dampfwalze von Kuhn.*



Man kann mit diesen Maschinen bei ihrer Leerbeförderung Steigungen von 13% überwinden und Strafsen mit 10% Steigung einwalzen. Auf Strecken mit mäfsigen

---

[136]) Lenkapparat für Dampfstrafsenwalzen. L. Kuhn in Stuttgart-Berg. D. R. P. Kl. 19, Nr. 10452 vom 21. Dez. 1879. — Dampfstrafsenwalze von Kuhn. Polyt. Journ. 1879, Bd. 231, S. 505; Deutsche Bauz. 1879, S. 137; Wochenschr. d. Ver. deutscher Ing. 1879, S. 275, daselbst 1880, S. 252, daselbst 1881, S. 270; Deutsche Bauz. 1886, S. 236. — Dampfstrafsenwalze von Mehlis & Behrens (Cyklop). Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1880, S. 391; Ann. f. Gew. u. Bauw. 1881, Okt. S. 149; Polyt. Journ. 1882, Bd. 243, S. 185. — Dampfstrafsenwalze von Kraufs. Wochenschr. d. Ver. deutscher Ing. 1880, S. 261; Deutsche Bauz. 1883, S. 310. — Dampfstrafsenwalze der Lokomotivfabrik Hohenzollern in Düsseldorf. Auswechselbare Belastungsgewichte derselben, D. R. P. Nr. 40444; Lenkvorrichtung derselben. D. R. P. Nr. 41102. Vergl. Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 446.

Abb. 72 u. 73. *Dampfwalze von Kuhn in Berg.* M. 1 : 33,3.

Abb. 72. Seitenansicht.

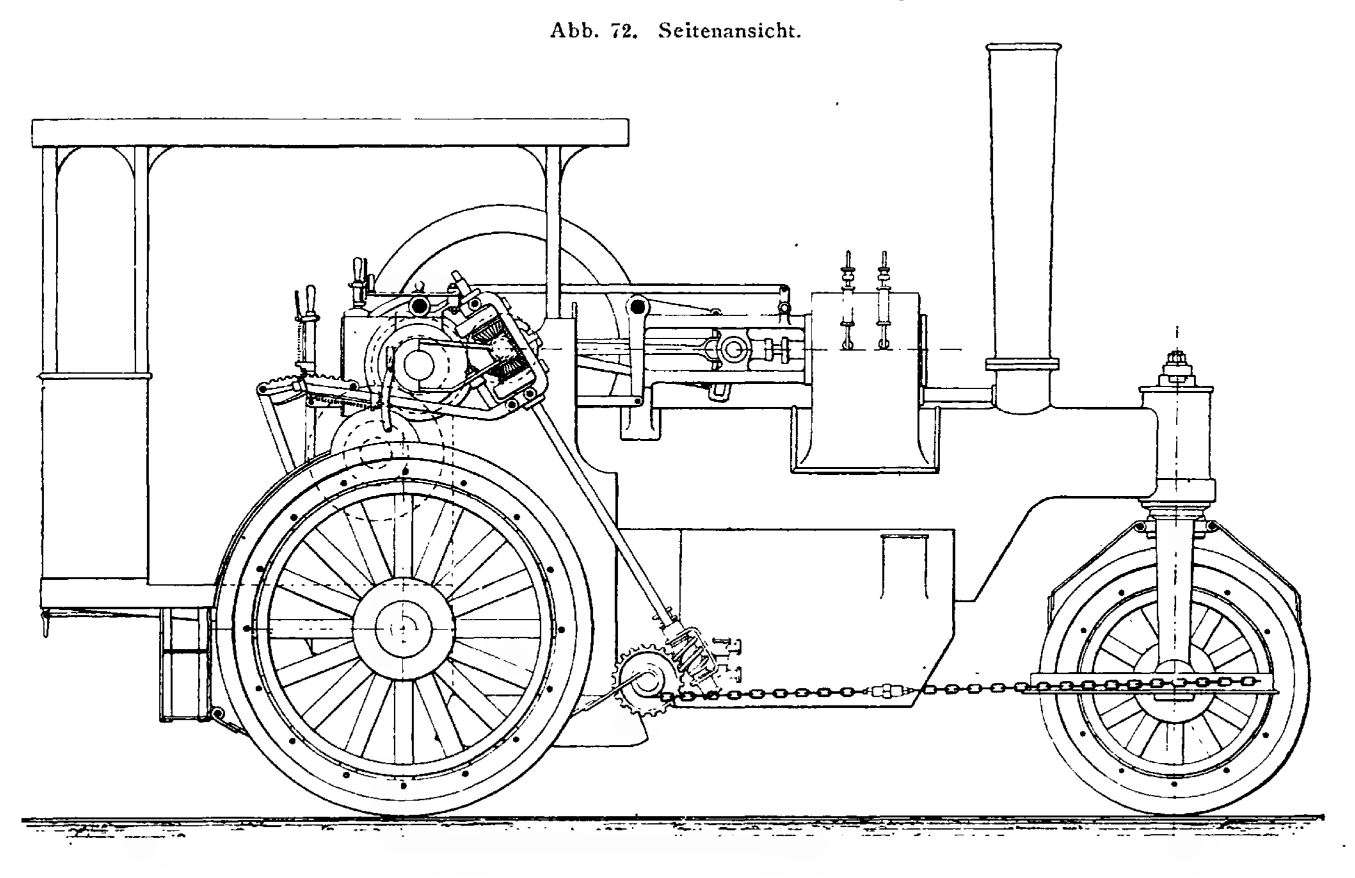
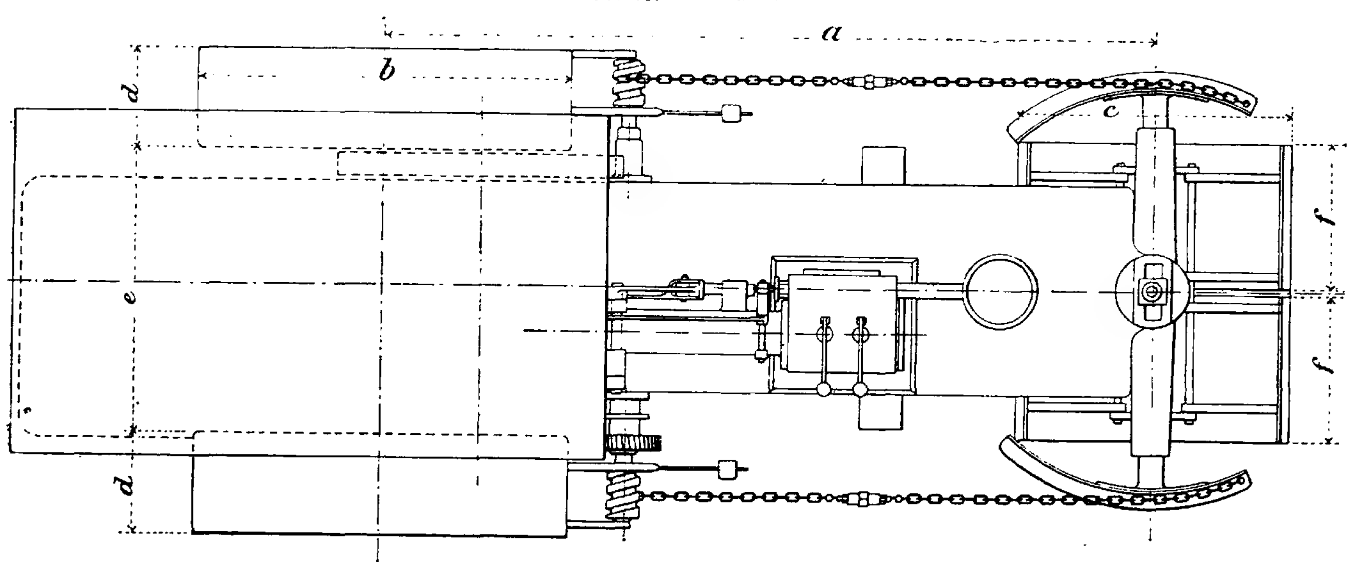


Abb. 73. Grundrifs.



Steigungen beträgt die Beförderungsgeschwindigkeit 3 bis 4 **km** in der Stunde, beim Einwalzen werden nahezu 2 **km** in der Stunde zurückgelegt, wobei die Pausen und Aufenthalte nicht eingerechnet zu sein scheinen. — Die Lastverteilung der Kuhn'schen Walzen und die Hauptabmessungen sind aus der Tabelle XXVI (S. 180) zu ersehen.

b) Dampfwalzen der Maschinenbau-Gesellschaft Heilbronn. Ähnlich wie die Dampfwalzen von Aveling & Porter, aber in manchen Einzelheiten vervollkommnet, sind die Dampfwalzen der Maschinenbau-Gesellschaft Heilbronn, welche gegenwärtig bei der württembergischen Regierung und bei der Stadt Stuttgart in ausgedehnter Weise Anwendung finden. Die Maschinen werden in fünf Gröfsen von 12 bis 17 t Dienstgewicht hergestellt. Diejenigen des Modells B mit 14 t, wovon 5 t auf die vordere Lenkwalze und 9 t auf die hinten liegenden Treibwalzen treffen, sind die am meisten

Tabelle XXVI. **Hauptabmessungen der Kuhn'schen Dampfwalzen.**

	Dampfwalze No.		IIIa	IVa
	Dienstgewicht	kg	15000	12000
	Belastung der Vorderwalzen . .	„	5500	4500
	„ „ Hinterwalzen . . .	„	9500	7500
	Radstand	mm	3460	3140
z. Abb. 73.	Durchmesser der Treibwalzen b .	„	1670	1670
z. Abb. 73.	„ „ Lenkwalzen c .	„	1200	1100
z. Abb. 73.	Breite der Treibwalzen d . . .	„	440	400
z. Abb. 73.	„ „ Lenkwalzen f . . .	„	650	580
z. Abb. 73.	Lichter Abstand der Treibwalzen e	„	1180	1080

angewendeten. Eine derartige Walze ist in Abb. 11 u. 12, Taf. VIII in Seitenansicht und Vorderansicht dargestellt, die Grundrifsanordnung s. Abb. 74. Die Hauptabmessungen der Walze sind: Dienstgewicht 14 **t**, Walzbreite 2,02 **m**, Radstand 3,2 **m**, Länge der Maschine 5,12 **m**, Höhe 3,25 **m**, Durchmesser der Treibwalzen 1,68 **m**, der Lenkwalze 1,10 **m**, Breite der Treibwalzen 0,42 **m**, der Lenkwalze 0,6 **m**. Der Kessel ruht auf der zylindrischen Lenkwalze mit Hilfe eines Drehbolzens und Bügels aus Stahlgufs; die Walze kann in einem kleinsten Halbmesser von 15 **m** gewendet werden. Der Führerstand ist mit Schutzdach versehen.

Die Kurbelwelle kann mit der ersten Vorgelegewelle durch 2 Paar Zahnräder mit verschiedener Übersetzung verbunden werden, so dafs zweierlei Fahrgeschwindigkeiten erzielt werden, nämlich 4 **km** f. d. Stunde für fertige Strafsen und 2 bis 3 **km** f. d. Stunde beim Walzen.

Die Vorrichtung zum Drehen der Lenkwalze wird vom Führerstand aus durch den Maschinisten durch Schneckenantrieb bewerkstelligt.

Die Walze kann Steigungen von 12% noch überwinden und das Walzverfahren bis zu Steigungen von 10% ausgeführt werden. Die Belastung durch die Treibwalzen beträgt 10,7 **t** auf das laufende Meter der Walzenbreite.

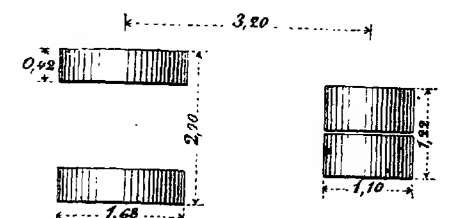


Abb. 74. *Walzenstellung der Dampfwalze der Masch.-Ges. Heilbronn.*

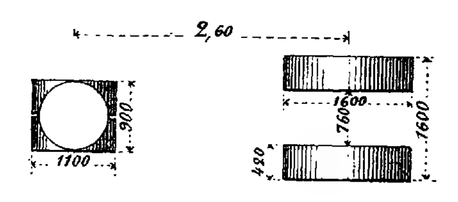


Abb. 75. *Walzenstellung der Dampfwalze von Kraufs.*

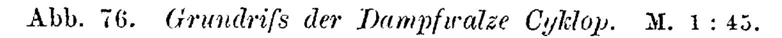
c) Dampfwalze von Kraufs in München. Eine andere Ausbildung als die englischen Dampfwalzen zeigen diejenigen der Maschinenfabrik Kraufs in München. Die von Herrn Kraufs mitgeteilte Zeichnung einer Walze von 13,9 **t** Dienstgewicht zeigen die Abb. 5 bis 7, Taf. VIII, und vorstehende Abb. 75 veranschaulicht die allgemeine Anordnung.

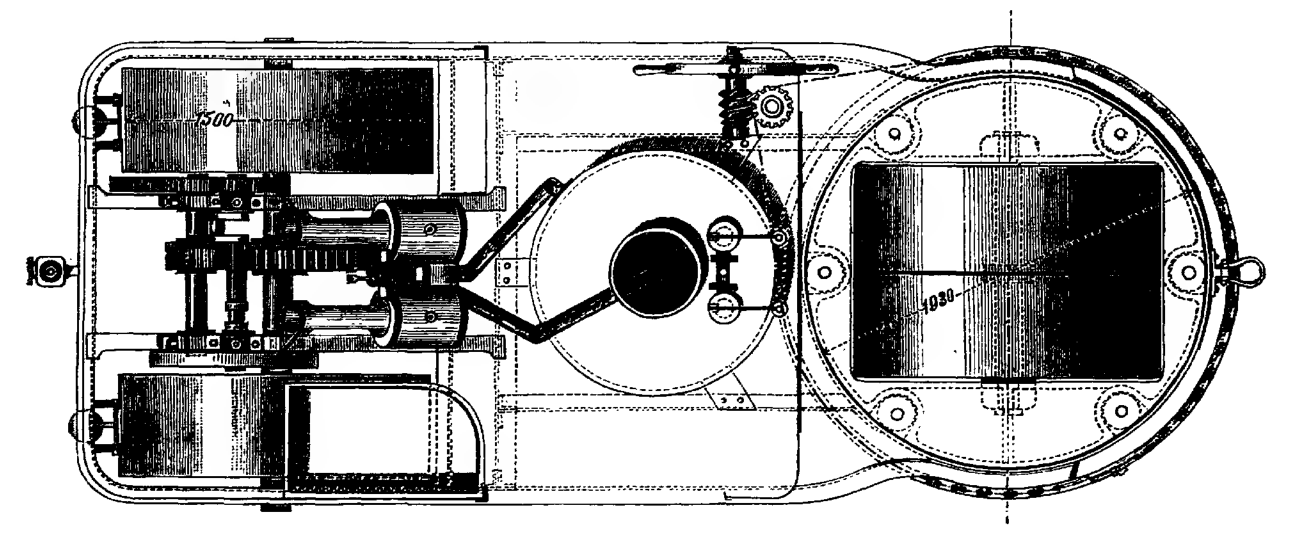
Die Lenkwalzen liegen unter dem Führerstand unter einer kräftigen Drehscheibe nach jeder Richtung beweglich, so dafs sie auch unebenen Strafsenflächen sich anpassen können. Der Drehmechanismus kann von Hand oder durch Maschinenkraft in Bewegung gesetzt werden. Die Erzeugenden der 4 Walzenzylinder liegen, wie Abb. 6,

Taf. VIII zeigt, nicht in einer Ebene, sondern sind dachförmig angeordnet, so dafs die Walzen der Strafsenwölbung sich anschliefsen können. Der Unterbau der Walze ist, wie bei den Kraufs'schen Lokomotiven, als Kastenträger behandelt, und enthält wie bei jenen den Raum zur Aufnahme des Speisewassers (s. Abb. 5, Taf. VIII). Die Bewegung der Kurbelwelle wird auf die Treibwalze durch Zahnräder übertragen, welche in doppelter Anordnung symmetrisch zur Längenachse der Maschine angebracht sind.

Die Hauptabmessungen der in den Abb. 5 bis 7 dargestellten Maschine sind: Kolbendurchmesser 180 mm, Heizfläche 14,4 qm, Kolbenhub 300 mm, Rostfläche 0,24 m, Zahnradübersetzung 1 : 8, Wasserraum 1,65 cbm, Dampfdruck 12 Atm., Kohlenraum 0,8 cbm, gröfste Steigung beim Einwalzen 8 %, gröfste Fahrgeschwindigkeit 6 km in der Stunde. Die von der Kraufs'schen Fabrik gebauten Walzen von 20 t Gewicht sind offenbar zu schwer, mit Rücksicht darauf, dafs, nach der Zeichnung zu urteilen, wohl nahezu $^3/_4$ des Gewichtes auf die Treibwalzen kommt (s. S. 98 u. 184).

d) Dampfwalze der Lokomotivfabrik Hohenzollern in Düsseldorf (Bauart Dreling). Diese aus neuester Zeit stammende Walze zeigt hinsichtlich der allgemeinen Anordnung insofern eine gewisse Ähnlichkeit mit der vorhin besprochenen Kraufs'schen Maschine, als die Lenkwalzen unterhalb des Führerstandes bezw. des Wasserbehälters angebracht sind. Wesentliche Unterschiede aber bestehen hinsichtlich der Belastungsverhältnisse. Die Treib- und die Lenkwalzen, welchen man gleiche Durchmesser gegeben hat, üben gleiche spezifische Pressungen aus, vermutlich aber nur dann, wenn der Wasserbehälter gefüllt ist. In Verbindung mit letzterem stehen Vorrichtungen zum Besprengen des Steinschlags. Bezüglich der Belastungen ist noch zu bemerken, dafs man diese durch Einschieben von Belastungskörpern in die vier Walzzylinder erheblich und zwar von 75 bis auf 120 kg für das Zentimeter Walzenbreite steigern kann.


Abb. 76. *Grundrifs der Dampfwalze Cyklop.* M. 1 : 45.



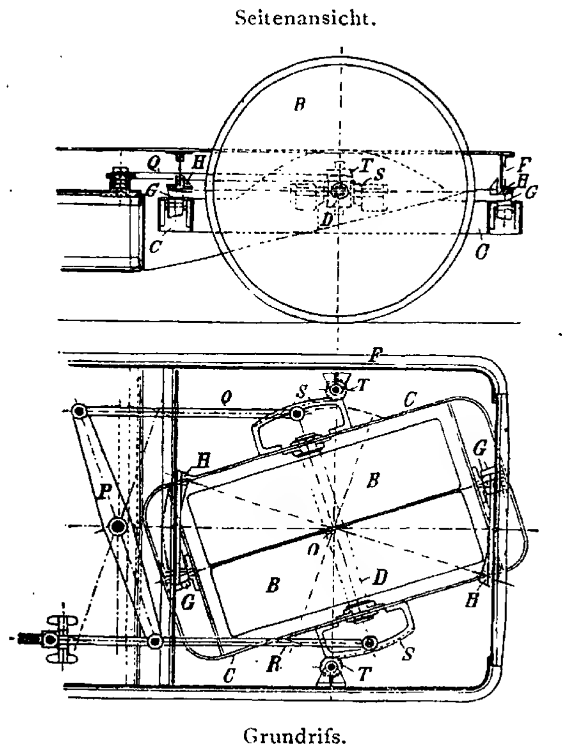
e) Dampfwalze der Maschinenfabrik Cyklop (Mehler & Behrens) in Berlin. Diese Walze, deren Grundrifs in Abb. 76 dargestellt ist, hat das Eigenartige, dafs sie vier gleich grofse Walzzylinder (jeder von 1,5 m Durchmesser und 0,52 m Breite) besitzt und dafs das 15 bis 18 t betragende Gesamtgewicht sich auf diese ziemlich gleichmäfsig verteilt. Die Lagerung der Walzen ist durch einen kräftigen eisernen Rahmen vermittelt, in welchem ein stehender Field'scher Dampfkessel aufgehängt ist. Die Dampfmaschine ist eine mit Kulissen-Umsteuerung versehene Zwillingsmaschine, deren Zylinder je 200 mm Durchmesser bei ebenso viel Kolbenhub haben.

Die Achse der beiden einen Meter voneinander entfernten Treibwalzen wird vermittelst eines doppelten Rädervorgeleges angetrieben; das Übersetzungsverhältnis ist 1 : 17,85.

Die Achse der Lenkwalzen ist an einem Drehschemel befestigt, welcher mittels einer Gliederkette gedreht werden kann; auch bei dieser Maschine kommen eine Spindel, Schneckenrad, Schnecke und Handrad zur Anwendung. Die Maschine und der Kessel sind von Seitenwänden umgeben und überdacht.

f) Lenkvorrichtung von F. Schichau. Zu erwähnen ist noch eine der Firma F. Schichau[137]) in Elbing patentierte Lenkvorrichtung, welche die Walze befähigen soll, sich den Unregelmäfsigkeiten der Strassenoberfläche anzuschmiegen. Die Lenkwalzen sind hierbei in einem besonderen Rahmen gelagert, der durch ein Gelenkparallelogramm vom Führerstand aus beweglich ist. Auf diesem Rahmen liegt der Kesselrahmen mittels zweier Rollen auf, so dafs der Rahmen der Walze um eine wagerechte Längsachse drehbar ist, welche Einrichtung eine Schiefstellung der Walze entsprechend der Form der Strassenoberfläche gestattet (s. Abb. 77). Die Anordnung ist sehr sinnreich, bringt aber immerhin eine weitere Umständlichkeit der Walzenanordnung mit sich.


Abb. 77. *Lenkvorrichtung von F. Schichau.*



An Nebenbestandteilen, welche in der einen oder der anderen Gestalt bei allen Arten von Dampfwalzen nötig erscheinen, sind ein Kohlenraum, ein Wasserbehälter und die Bremsvorrichtungen zu nennen. Aufserdem sind an den Walzzylindern Schabeisen (vergl. Abb. 72) anzubringen, um sie von Schmutz und anhaftenden Steinchen zu befreien, und zwar doppelte, weil die Maschine bald vorwärts, bald rückwärts fährt. Aus demselben Grunde mufs die Maschine vorn und hinten mit Laternenstützen versehen werden. Zu empfehlen ist die Beifügung eines Tourenzählers, weil es zweckmäfsig sein kann, die Vergütungen, welche für das Walzen in Akkord gezahlt werden, auf Grund der geleisteten Tonnenkilometer zu berechnen.

4. Amerikanische Dampfwalzen. Die oben angeführte amerikanische Gesellschaft Kelly-Springfield baut Maschinen englischen Systems in 5 Gröfsen zu 9 bis 16,8 t. Die hinteren Treibwalzen überragen den Zwischenraum der vorderen Lenkwalzen um 12,5 cm, die 3 gröfseren Modelle sind mit Dampfsteuerung ausgerüstet. Abmessungen der Walzen können dem Prospekt nicht entnommen werden.

5. Arbeitswagen und Anschaffungskosten. Zu denjenigen Walzen, welche beim Landstrafsenbau und nicht blofs in Städten Verwendung finden, erscheint als weitere Ausstattung zweckmäfsig ein Arbeitswagen, welcher zur Übernachtung für die Bedienungsmannschaft (Führer, Heizer und Walzenführer) benutzt werden kann, und

[137]) Zentralbl. d. Bauverw. 1888, S. 448, auch v. Willmann, Strafsenbau, Fortschr. II, 4., S. 38.

aufserdem einen Kohlenraum, eine kleine Werkstätte und ein Zimmerchen für den Aufseher enthält. Um bei Nacht einen Schutz für die Maschine zu schaffen, ist sie in eine Schutzhütte einzuschliefsen, deren Bestandteile auf einem besonderen Wagen mitgeführt werden. Da gewöhnlich das zum Besprengen des Schotters und zur Speisung der Maschine erforderliche Wasser oft aus gröfserer Entfernung herbeigeschafft werden mufs, so sind Sprengwagen und Speisepumpen ebenfalls mitzuführen, unter Umständen auch Karren zum Beischaffen des Kleingeschlägs. Die württembergische Regierung hat für die Walzarbeiten auf den Staatsstrafsen diese Gegenstände angeschafft, es zeigt die Abb. 9, Taf. VII den vollständigen Walzenzug. Die Abb. 10 u. 11 zeigen den Giefswagen, ferner ist in Abb. 4 der Grundrifs des Arbeitswagens dargestellt.[138])

Auch für städtische Dampfwalzen erscheint es zweckmäfsig, dieselben abends in Schutzhallen auf der Strafse unterzubringen, um nicht genötigt zu sein, abends die Walzen in das Depot verbringen zu müssen, so lange die Walzoperationen noch nicht beendigt sind.

Die Anschaffungskosten der Dampfwalzen werden nach den jeweiligen Eisenpreisen und Konjunkturen verschieden sein; wir entnehmen den Zeitschriften folgende Angaben:

Walzen französischer Bauart, 15 t-Walze von Gellerat . .	28800 M.[139])
Walzen englischer Bauart[140]) von Aveling & Porter, Dienstgewicht 15 t	13000 „
Walze von Kuhn, Stuttgart, Leergewicht 17 t	12000 „
„ „ Kraufs & Co., München, Leergewicht 16 t . .	15200 „
„ „ Maschinenfabrik Heilbronn, Dienstgewicht 13,9 t	10100 „

§ 23. Vergleich der verschiedenen Walzenarten.

1. Vergleich der Walzen. Was den Vergleich zwischen den verschiedenen Anordnungen der Dampfstrafsenwalzen anbelangt, so wird im allgemeinen das englische oder Vierwalzensystem als das bessere zu bezeichnen sein. Seine Vorzüge lassen sich in folgendem zusammenfassen:[141])

Die englische Bauart ermöglicht eine Auflagerung des Kessels in drei Punkten, wodurch das Befahren mangelhaft vorbereiteter Strafsen erleichtert wird, die Verwendung von Ketten zur Kraftübertragung wird entbehrlich und können durchaus Zahnräder zum richtigen Eingriff benutzt werden.

Bei Anwendung geteilter Walzen läfst sich eine gröfsere Maschinenbasis, mithin gröfsere Standsicherheit erreichen, was beim Walzen stark gewölbter Strafsen nicht zu unterschätzen ist.

Der Konstruktion ist eine grofse Lenkbarkeit eigen, die kleinsten Strafsenhalbmesser können überwunden werden (was beim Einfahren in Seitenstrafsen stark in die Wagschale fällt). Die Kurvenwiderstände werden verringert, das Umwenden wird erleichtert.

Man kann bei der englischen Bauart den Treibwalzen ohne besonders hohe Kessellage grofse Durchmesser geben, wodurch das Einwühlen der Treibwalzen in den Schotter verhütet und gröfsere Standsicherheit erreicht wird.

---

[138]) Siehe genaue Beschreibung in der Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover, 1890 mit ausführlichen Zeichnungen auf Bl. 29—33.

[139]) Deutsche Bauz. 1887, S. 237.

[140]) Deutsche Bauz. 1884, S. 329. Baurat Voiges, Wiesbaden.

[141]) Deutsche Bauz. 1881, S. 310.

Der englischen Walze haftet aber auch ein Nachteil an, auf den Nessenius[142]) aufmerksam macht: da die Lenkwalzen nicht durch die Wirkung der Dampfmaschine gedreht werden, sondern nur durch den Widerstand des Schotters, so haben sie mehr als die Treibwalzen das Bestreben, den Schotter vor sich herzuschieben, solange die Fahrbahn nicht schon einige Festigkeit erreicht hat. Das auf den Lenkwalzen liegende Gewicht übt deshalb nicht dieselbe günstige Wirkung aus, wie das auf der Treibwalze gelagerte. Bei den Walzen französischer Bauart können aber beide Walzen als Treibwalzen angeordnet sein, allerdings wird dieser Vorteil durch die viel umständlichere Konstruktion aufgewogen, so dafs der Vorteil der englischen Bauart nicht anzufechten sein wird.

2. Gewichte der Dampfwalzen. Es erscheint angezeigt, die Belastung der Dampfwalzen gegenüber derjenigen der Pferdewalzen höher zu greifen, da hierdurch raschere und bessere Dichtung der Fahrbahn erreicht werden kann, man ist aber häufig in den Fehler verfallen, die Gewichte zu grofs zu nehmen, was seinen Grund wohl darin gehabt haben mag, dafs das Entwerfen der Walze durch Maschinenfabriken geschehen ist, welche mit den an eine Walze zu stellenden Anforderungen nicht vertraut waren. Wenn eine Walze 20 und mehr Tonnen Gewicht hat, von dem auf die Treibwalzen mehr als 12 **t** treffen, so ist dies nicht zu rechtfertigen, denn solche Gewichte zerstören zu viel Schotter, und unsere Strafsenbrücken, welche für Bahnzuglasten nicht gebaut sind, werden über die Mafsen angestrengt (vergl. hierüber § 14 unter 5., S. 113).

Es wird deshalb angezeigt sein, als gröfstes Gewicht für die Achslast einer Walze etwa das Mafs von 9 bis höchstens 10 **t** anzunehmen, ungefähr entsprechend dem in Preufsen gestatteten Gröfstgewicht eines Wagens von 9500 **kg** (s. oben S. 15, Tabelle II). — Da in neuerer Zeit das Walzverfahren mit Dampfwalzen sich immer mehr ausbreitet, so wird aber auch nötig sein, die Bemessung der Brückenabmessungen für Hauptstrafsen und Vizinalstrafsen so anzuordnen, dafs sie mit Dampfwalzen des oben angegebenen Gewichtes befahren werden können.

Nach der württembergischen Ministerialverfügung vom 16. April 1894 sind die eisernen Brücken für Staats- und Korporationsstrafsen, welche mit Dampfwalzen befahren werden, zu berechnen nach Belastungen durch Walzen von 16 **t** Gewicht, wovon 10 **t** auf die Treibwalze kommen, 6,0 **t** auf die Lenkwalze bei 3,5 **m** Radstand.

Die oben angegebenen gröfsten Lasten beziehen sich auf die Treibachsen, die Lenkachse wird man aber weniger stark belasten, einmal um das Lenkvermögen nicht zu beeinträchtigen, sodann um die ungünstige Wirkung auf das Vorschieben des Schotters durch die nicht mit dem Mechanismus der Maschine verbundenen Lenkwalzen zu mildern. Eine Walzenkonstruktion, wie diejenige von Mehler & Behrens, bei welcher die Lenkwalzen ebenso stark wie die Treibwalzen belastet sind, dürfte deshalb nicht als zweckmäfsig zu bezeichnen sein.

Die nach der Bauart von Aveling & Porter ausgebildeten Walzen der oben angeführten deutschen Fabriken von Kuhn, Heilbronn, Kraufs, mit rund 9 und 5 **t**, zusammen 14 **t** Belastung werden deshalb für Landstrafsen unter gewöhnlichen Verhältnissen als die zweckmäfsigsten zu bezeichnen sein.

In Betreff der Einzelheiten kann noch bemerkt werden, dafs eine mechanische Lenkvorrichtung, wie sie die Kuhn'schen Walzen zeigen, zwar sehr zweckmäfsig zum Durchfahren scharfer Ecken erscheint, dafs diese Anordnungen aber nicht als unum-

---

[142]) Nessenius, Strafsenbau. Handb. d. Baukunde, Berlin 1892, Abt. III, Heft IV, S. 204.

gänglich nötig zu bezeichnen sind. Auch ist eine vollständige Ummantelung der beweglichen Teile entbehrlich, die Zugtiere gewöhnen sich bald an die Walze und die Beobachtung der sich bewegenden Teile ist durch die Ummantelung erschwert.

Dafs man bei Dampfwalzen während der Arbeit die bei Pferdewalzen übliche Steigerung der Belastung nicht wohl eintreten lassen kann, ist schon oben erwähnt; es geht mit dem Aufbringen der Beschwerung, ob diese nun aus Wasser oder aufgelegten Gewichten besteht, zu viel Zeit verloren, eine Verbesserung des Verfahrens und eine Kostenersparnis werden sich dadurch nicht erreichen lassen.

§ 24. Betriebskosten der Dampfwalzen und ihre Arbeitsleistung.[143])

1. Betriebskosten der Dampfwalzen. Die Angaben über Kosten des Betriebs der Dampfwalzen und deren Leistungsfähigkeit weichen sehr voneinander ab, was nicht zu verwundern ist, weil die Verhältnisse der bewalzten Strafsenzüge, die Beschaffenheit der Materialien und die Sorgfalt der Arbeit sehr verschieden sein können. Auch die Einheit, auf welche die Kosten zurückzuführen sind, kann verschieden gewählt werden, man kann entweder die Tageskosten bestimmen, oder den Aufwand für das eingewalzte Quadratmeter Strafse, oder die Kosten für das Festwalzen von 1 **cbm** Schottermaterial. Es ist auch schon die Belohnung für Ausführung der Walzarbeiten nach der Tourenzahl der Treibwalzen bemessen worden, in welchem Falle die Maschinen mit einem Tourenzähler versehen sein müssen (s. oben S. 182).

Die Bestimmung der erstgenannten Tageskosten ist namentlich von Wert, wenn es sich um Festsetzung der Miete handelt, welche einem Unternehmer für Stellung und Unterhaltung einer Dampfwalze für den Tag zu zahlen ist, sofern es in vielen Fällen, wenn nicht fortdauernde gröfsere Arbeiten vorliegen, vorteilhafter sein wird, die Dampfwalzen nicht selbst anzuschaffen, sondern solche auf die Dauer der Arbeit zu mieten. Der Unternehmer ist eher in der Lage, geübte Führer und Heizer für die Bedienung der Maschine zu liefern, als eine Strafsenverwaltung, welche nur ab und zu Einwalzungen durchzuführen hat.

Von den Angaben über Betriebs- und Unterhaltungskosten der Dampfwalzen ist ein Bericht des Ingenieurs Lefort an die Bürgermeisterei von St. Etienne vom 12. Februar 1878 hervorzuheben. Einen Auszug bringt eine von Jakob & Becker in Leipzig ausgegebene Broschüre: Erfahrungsresultate über Dampfstrafsenwalzen.

Die benutzte Walze war aus der Fabrik von Aveling & Porter; ihre Abmessungen, ihr Gewicht (10000 **kg**) u. s. w. sind oben angegeben. Während des Jahres 1877 war die Maschine 252 Tage lang in Dienst; die tägliche Dienstzeit des (einzigen) Führers war 12 Stunden, wovon 8 Stunden auf das Walzen verwendet wurden. Der Berechnung der jährlichen Betriebskosten wurden indessen nur 225 Tage Dienst zugrunde gelegt. Es wurden täglich und durchschnittlich 135 **kg** Kohlen (Briketts) und höchstens

[143]) Leistung der Chaussee-Dampfwalze im Vergleich mit der Pferdewalze. Zeitschr. f. Bauw. 1873, S. 515. — Fischer, H. Über Pferde- und Dampfwalzen und deren Leistungsfähigkeit. Zivilingenieur 1875, S. 315. — Vergleich von Pferde- und Dampfstrafsenwalzen. Berliner Kommunalblatt 1881, Anlage, Verwaltungsbericht für 1879, Nr. I, S. 28. — Thanneur, Note sur les cylindrages. Ann. des ponts et chaussées 1881, II. S. 493. — Lancrenon, Essais de cylindrage à vapeur pour les rechargements d'entretien dans le département des Ardennes. Ann. des ponts et chaussées 1882, I. S. 437. — Debauve, Observations sur l'entretien et le cylindrage des chaussées d'empierrement. Ann. des ponts et chaussées 1882, I. S. 659. — Müller, Herstellung und Unterhaltung der französischen Steinschlagdecken. Zentralbl. d. Bauverw. 1882, S. 147. — Müller, Die Dampfstrafsenwalze für Landstrafsenunterhaltung. Zeitschr. f. Bauw. 1883, S. 307. — Die Anwendung der Dampfwalze im Königreich Sachsen. Deutsche Bauz. 1883, S. 603. — Michael, Über die Ergebnisse bei Benutzung Aveling'scher Dampfwalzen. Deutsche Bauz. 1883, S. 603; Zivilingenieur 1884, S. 52. — Petrlik, Das Walzen der Strafsen. Prag 1884. — Voiges, Vergleich der Leistungen der Pferde- und Dampfwalzen. Deutsche Bauz. 1884, S. 329 u. a.; daselbst 1886, S. 161.

750 l Wasser verbraucht. Der Kohlenverbrauch verteilt sich unter Berücksichtigung der Fahrten nach der Arbeitsstelle und des Anheizens auf 10 Stunden; man erhält sonach einen durchschnittlichen stündlichen Kohlenverbrauch von 13,5 **kg**.

Die Dicke des Mantels der Walzen hat sich in $1^1/_2$ Jahren um 9 **mm** vermindert und es wird hieraus geschlossen, dafs die Mäntel mindestens 3 Jahre lang dauern würden. Die entsprechenden Erneuerungskosten betragen 435 fr. (350 M.) jährlich. An Ausbesserungen sind während der ersten Zeit der Benutzung der Maschine 250 fr. (200 M.) jährlich verausgabt worden. Wenn man nun als durchschnittliche jährliche Ausbesserungskosten das Doppelte (400 M.) ansetzt, so scheint die Steigerung der betreffenden Kosten, welche bei zunehmendem Alter der Walze eintritt, genügend berücksichtigt zu sein.

Für Verzinsung und Amortisation der Anschaffungskosten, welche 15200 fr. (12200 M.) betragen haben, werden 12% in Ansatz gebracht und die Gesamtkosten des Walzens berechnen sich folgendermafsen:

Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals, jährlich	1460	M.
Lohn des Führers	1920	„
Erneuerung der Walzen	350	„
Unterhaltungskosten	400	„
zusammen jährlich	4130	M.
Auf 225 Tage verteilt ergeben sich als Tageskosten	18,3	„
Es kommen hinzu:		
für Schmier- und Putzmaterial	2,4	„
für Kohlen 135 **kg** (100 **kg** zu 2,4 M.)	3,2	„
Summe der Tageskosten (abgerundet)	24,0	M.

Da täglich 8 Stunden gearbeitet wurde, so entfallen auf eine Arbeitsstunde 3 M.

Beim Walzen wurden, wie bereits mitgeteilt, stündlich 1,7 Nutzkilometer zurückgelegt, sonach folgt bei einem Gewicht der Walze von 10 **t**, dafs ein Tonnenkilometer 0,18 M. gekostet hat.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte E. Müller-Magdeburg.[144])

Seine Berechnungen beziehen sich ebenfalls auf eine 10 **t**-Walze von Aveling & Porter, es wird indessen angenommen, dafs sie nur 125 Tage im Jahre tätig sei. Hiernach berechnen sich die

Kosten für die 125 Walztage zu	1812,50	M.,
ferner Kosten für den übrigen Teil des Jahres, Tilgung, Wartegeld des Führers, Ausbesserungen	1752,0	„
Summe	3564,50	M.

und auf 125 Arbeitstage verteilt: 28,52 M. Tageskosten, endlich bei einer Arbeitszeit von 8 Stunden täglich die Kosten f. d. Stunde = 3,57 M., was bei einer stündlich zurückgelegten Nutzlänge von 1820 **m** f. d. Tonnenkilometer 0,20 M. ergibt.

Von der Königl. Württembergischen Strafsenbauverwaltung werden seit dem Jahre 1886 zum Einwalzen der Staatsstrafsen aufser eigenen Dampfwalzen auch gemietete Maschinen verwendet; die hierüber abgeschlossenen Verträge enthalten (im Auszuge) folgende Bedingungen:[145])

Die Maschinenfabrik stellt zur Führung jeder ihrer Dampfwalzen einen Maschinisten und einen Gehilfen, die sich zur Führung der Walze ablösen, sie liefert das Brennmaterial, wogegen die Verwaltung das Speisewasser zu besorgen und die Vor- und Nachläufer der Walze zu stellen hat.

Die Füllung des Wasserbehälters und das Aufnehmen von Brennmaterial hat während der Ruhepausen zu erfolgen. Die mittlere Geschwindigkeit der Walze während der Arbeit ist zu 2 bis 3 **km** in der Stunde, bei der Fahrt von einer Verwendungsstelle zur anderen zu 4 **km** vorgeschrieben.

Das Unterbringen oder etwa nötige Bewachen der Walze über die Nachtzeit, oder an Tagen, an welchen nicht gearbeitet wird, ist Sache der Maschinenfabrik.

Die Arbeitszeit beträgt in der Regel vom 1. März bis 30. Oktober 10 Stunden, in der übrigen Zeit 8 Stunden.

---

[144]) Die Dampfstrafsenwalze für Chaussee-Unterhaltung. Zeitschr. f. Bauw. 1883, S. 307.

[145]) Leibbrand, Die Verwendung von Dampfstrafsenwalzen auf den Staatsstrafsen Württembergs. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1890, S. 629.

Die Stunde eines Arbeitstages wird, gleichviel ob gewalzt wird oder ob die Maschine nur unterwegs, nämlich von der Fabrik zur Verwendungsstelle und zurück, oder von einer Verwendungsstelle zur anderen sich im Gang befindet, mit 6 M. bezahlt. Wird an einem Tage weniger als 10 bezw. 8 Stunden gearbeitet, so wird die Arbeitsstunde mit 6 M. und die Feierstunde mit 1 M. innerhalb der oben angegebenen täglichen Gesamtstundenzahl vergütet. Für jeden Sonn- oder Feiertag und jeden anderen Tag, so lange die Walzen nicht in Verwendung kommen können, werden 10 bezw. 8 M. für den Tag vergütet.

Die Preise sind ziemlich höher als die oben angegebenen, die gröfsere Höhe erklärt sich teilweise durch das höhere Gewicht der Walze (14 t statt 10 t), immerhin scheinen die Preise der oben angeführten Walzen etwas zu niedrig bemessen zu sein; es geht dies auch daraus hervor, dafs die der Königl. Strafsenbauverwaltung gehörigen eigenen Walzen keine wesentlich günstigeren Ergebnisse geliefert haben, als die gemieteten. Es betrugen nämlich nach S. 648 des genannten Aufsatzes die Selbstkosten der eigenen Walzen 5,16 M., gegenüber 7,56 M. einer gemieteten Walze für die Walzstunde.

2. Arbeitsleistung der Dampfwalzen. Was nun die Arbeitsleistung der Dampfwalzen anbelangt, so hat die Ermittelung der Kosten für die Einwalzung des laufenden Meters oder des Quadratmeters den Nachteil, dafs die Dicke der eingewalzten Decke nicht berücksichtigt ist und erscheint es wohl am einfachsten und natürlichsten, die Leistung der Maschine nach dem Kubikinhalt der eingewalzten Schottermenge zu berechnen. Dafs diese Menge mit der Natur des Schottermaterials wechselt, ist einleuchtend; in zweiter Linie ist auch die Lage der Strafse und ihr Gefälle von Einflufs, so dafs grofse Verschiedenheiten in den Ergebnissen sich zeigen werden.

Genaue Nachweise liegen von verschiedenen Seiten vor; wir geben im folgenden zunächst die Ergebnisse, welche in Württemberg seit dem Jahre 1886 bei dem Einwalzen der Staatsstrafsen sich gezeigt haben.[146]) Die neuesten Ergebnisse vom Jahre 1896 bis 1897 sind in umstehender Tabelle XXVII im Auszuge zusammengestellt und ist aus ihr ersichtlich, dafs die Kosten der staatlichen Dampfwalzen etwa um 5% geringer sich berechnen, als diejenigen der gemieteten Dampfwalzen. Die geringsten Walzkosten erfordert der Schotter aus Liaskalk und weifsem Jura, die höchsten der Basalt. Die Kosten für das letztgenannte Material sind ungefähr noch einmal so grofs, als für ersteres.

Im Durchschnitt verteilen sich die Ausgaben auf rund:

Eigentliche Walzkosten	53%
Wasserführen	14 „
Deckmaterial	4 „
Handarbeit	29 „
	100%

Die Zahl der Walzengänge ist für harte Gesteine gröfser als für weiche. Die gröfste Zahl der Überwalzungen erfordert Porphyr mit 117, Basalt mit 89, die geringste Zahl Liaskalk mit 48, weifser Jura mit 57 Walzengängen. Die Zahlen weichen indessen in den verschiedenen Betriebsjahren nicht unerheblich voneinander ab.

Die stündlich von den Walzen geleistete Arbeit schwankt zwischen 3,3 und 11,5 cbm, erstere Zahl für Porphyr, letztere für Liaskalk; Muschelkalk steht mit 6,3 bezw. 7,0 cbm dem weifsen Jura sehr nahe.

---

146) Vergl. Leibbrand. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1890, S. 621—656. Verwaltungsberichte der Königl. Ministerial-Abteilung für den Strafsen- und Wasserbau von 1892, 1894, 1896.

Tabelle XXVII.

Leistungen der Dampfstrafsenwalzen auf Württemb. Landstrafsen vom 1. Febr. 1896 bis 31. Jan. 1897 und im Jahre 1902.

Bewalzte Strafse		Materialverbrauch					Arbeitsleistung der Walze f. d. Stunde		Anzahl der Übergänge auf jeder Stelle	Aufwand für das Walzen										
										Führer der Walze				Deckmaterial		Handarbeit		Im ganzen		Im ganzen 1902
Länge	Breite	Gattung	Verglichene Stärke	für das km Strafse	Wasser für das km Strafse	Deckmaterial für das km Strafse	Eingewalzte Strafsenfläche	Eingewalzte Geschlägmenge		für das km Strafse	für das qm bewalzte Fläche	für das cbm Material	Wasser für das cbm Material	für das qm bewalzte Fläche	für das cbm Material	für das qm bewalzte Fläche	für das cbm Material	für das qm bewalzte Fläche	für das cbm Material	für das cbm Material
km	m		mm	cbm	cbm	cbm	qm	cbm		M.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.	Pf.	M.	M.
		1. Leistung von 11 gemieteten Dampfwalzen.																		
32,85	4,72	Porphyr	58	276	128	6	60	3,5	88	524	11,1	190	40	0,5	8	5,0	86	18,9	3,24	3,42
17,76	4,27	Basalt	62	267	102	34	63	3,9	89	471	11,1	177	33	3,6	57	4,5	73	21,3	3,40	4,12
139,69	3,92	Muschelkalk . .	66	260	78	—	95	6,3	69	285	7,3	109	27	—	—	3,9	59	13,0	1,95	2,09-2,54
14,10	4,00	Liaskalk	60	239	85	4	111	6,6	69	213	5,4	89	22	0,2	4	4,0	67	10,9	1,82	—
29,98	3,94	Weifser Jura . .	57	224	84	2	109	6,2	71	252	6,4	112	32	0,1	1	3,2	56	11,5	2,01	2,16
21,67	3,81	Alpiner Kies . .	38	146	59	18	121	4,6	57	228	6,0	156	39	1,1	29	2,0	52	10,6	2,76	3,40
		Mittel . . .	62	247	84	5	89	5,4	71	307	7,7	125	29	0,4	7	3,8	62	13,7	2,23	
		2. Leistung von 4 staatlichen Dampfwalzen.																		
22,29	4,34	Porphyr	50	218	106	8	73	3,3	117	302	7,0	139	37	0,7	15	5,7	113	15,3	3,04	2,91
17,17	5,45	Basalt	64	348	162	18	59	3,8	71	458	8,4	132	32	1,7	28	5,7	98	17,9	2,81	2,59-2,97
5,08	4,50	Muschelkalk . .	83	374	77	—	85	7,0	57	251	5,6	67	38	—	—	4,9	59	13,7	1,64	1,85
1,41	4,06	Liaskalk	103	418	79	—	112	11,5	48	198	4,9	48	19	—	—	3,4	33	10,3	1,00	—
40,80	4,58	Weifser Jura . .	65	298	83	—	99	6,4	57	218	4,8	73	27	—	—	4,1	63	10,6	1,63	2,02
9,94	4,71	Alpiner Kies . .	38	180	77	36	130	4,9	52	167	3,5	93	42	1,8	48	2,5	64	9,4	2,47	—
		Mittel . .	60	282	101	9	82	5,0	72	276	5,9	98	31	0,7	12	4,6	77	13,1	2,18	

Die in der Tabelle XXVII enthaltenen Zahlen bezeichnen Mittelwerte, die zwar in den einzelnen Strafseninspektionen nicht unwesentlich voneinander abweichen, immerhin ergeben die Zahlen der Tabelle sichere Anhaltspunkte über das gegenseitige Verhalten der verschiedenen Strafsenbaumaterialien bezüglich des Einwalzens.

Zu bemerken ist noch, dafs die von der württembergischen Verwaltung benutzten Maschinen gröfstenteils ein Dienstgewicht von 14,0 t haben und der oben S. 179 enthaltenen Beschreibung der Heilbronner Walzen bezw. der Kuhn'schen Walzen entsprechen.

Nach dem neuesten Verwaltungsbericht der Königl. Ministerialabteilung in Württemberg für Strafsenbau vom Jahre 1905 sind im Rechnungsjahre 1902 vier staatliche und 17 gemietete Dampfwalzen zum Einwalzen der Staatsstrafsen verwendet worden. Hierbei haben die Kosten für das Einwalzen betragen f. d. Kubikmeter Schotter:

a) Harter Schotter:

staatliche Dampfwalzen	gemietete Dampfwalzen	Durchschnitt
2,58 M.	3,44 M.	3,21 M.

b) Weicher Schotter:

staatliche Dampfwalzen	gemietete Dampfwalzen	Durchschnitt
1,72 M.	1,92 M.	1,87 M.

im Gesamtdurchschnitt von hartem und weichem Schotter 2,39 M.

Ausführliche Mitteilungen über das Walzen der Chausseen im Regierungsbezirk Wiesbaden liegen vor von Baurat Voiges in der Deutschen Bauzeitung von 1884, 1886 und 1888, wir entnehmen der letztgenannten Abhandlung folgende Angaben:[147])

Die benutzten Dampfwalzen hatten ein Gewicht von 10, 15 u. 18 t, der Unternehmer erhielt für letztgenannte Walze für die Arbeitsstunde 3 M. und aufserdem 30 Pf. für das eingewalzte Kubikmeter Schotter. Die Walze dichtet bei Basalt stündlich 2,34 bis 4,7 cbm, im Mittel 3,82 cbm, bei minderwertigem Gestein 3,9 bis 8,42, im Mittel 4,14 cbm, wobei zu bemerken ist, dafs diese Walze nur bei starker Decklage in Anwendung gebracht wurde.

Die Kosten für das Kubikmeter eingewalzten Materials betrugen für Hartbasalt 1,28 M., für weichere Materialien nur 0,95 M. Bei den leichteren Walzen stellen sich die Preise auf 1,04 M. für minderwertige Gesteine. Die Preise sind somit ziemlich niedriger, als bei den württembergischen Strafsen (vergl. Tabelle XXVII), die stündlichen Leistungen der Walze weichen aber wenig von den dort beobachteten ab.

Die Anzahl der erforderlichen Walzengänge ist aufser dem Material des Schotters auch von dessen Dicke abhängig und ergaben die von Voiges im Jahre 1882 bis 1884 ausgeführten Einwalzungen[148]) folgende Zahlen:

Mittlere Deckenstärke	30	40	50	60	70	80	100	115 mm
Zahl der Walzengänge	33	36	44	52	60	68	100	143

Die Zahl der Walzengänge für das Quadratmeter Einheit erhält man dadurch, dafs man den bei sämtlichen Hin- und Herfahrten der Walze zurückgelegten Weg mit der Walzenbreite multipliziert und durch die abgewalzte Strafsenfläche dividiert.

Zu erwähnen sind noch die Erfahrungen über das Einwalzen der Strafsen in Sachsen[149]), welche von Chausseeinspektor Michael im Jahre 1881 bis 1884 mit einer

[147]) Deutsche Bauz. 1888, S. 602.
[148]) Deutsche Bauz. 1884, S. 342.
[149]) Zivilingenieur 1884, S. 51.

Dampfwalze von Aveling & Porter von 11,15 t gemacht wurden, die Kosten für das Kubikmeter eingewalzten Schotters werden zu 73,4 bis 87,6 Pf. angegeben.

Nach Nessenius[150]) waren im Jahre 1888 bei der Unterhaltung der Staatsstrafsen in Sachsen 9 Dampfwalzen in Betrieb (von Jakob & Becker in Leipzig) von 11,5 bis 17 t Gewicht. Preise für die Benutzung der Walze 3,2 M. f. d. Stunde und 25 bis 27 Pf. f. d. **cbm** verbauten Materials, für die schwere Walze von 17 t 4 M. f. d. Stunde bezw. 29 Pf. f. d. **cbm**. Gesamtkosten f. d. **cbm** 80 bezw. 73 Pf.

In der Rheinprovinz[151]) werden seit dem Jahre 1885 Dampfwalzen benutzt, seit dem Jahre 1887 ist eine Walze nach der Bauart Dreling in Betrieb (s. oben S. 181) mit dem Gewicht von 26 bis 40 t (durch Einleggewichte) und 2,6 **m** Walzbreite. Die Walze stellte sich als zu breit und zu schwer heraus und es wurde eine neue Walze mit 2,2 **m** Arbeitsbreite und 18 bis 29 t Gewicht hergestellt, für welche ein Betrag von 5 M. f. d. Stunde Walzarbeit und 30 Pf. f. d. **cbm** gedichtetes Material bezahlt wurde. Beim Walzen machte sich der schon oben (S. 184) erwähnte Nachteil geltend, dafs infolge zu grofsen Durchmessers und Belastung der Lenkwalzen starke Verschiebungen des Schotters sich zeigten.

3. Vergleich der Arbeitsleistung von Pferde- und Dampfwalzen. Nach Leibbrand (in dem oben genannten Aufsatze) ergaben sich im Jahre 1886, als noch neben 4 Dampfwalzen 23 Pferdewalzen im Gebrauch waren, folgende Durchschnittszahlen: eingewalzte Geschlägemenge für die Stunde bei hartem Schotter für die Pferdewalze 3,5 **cbm**, für die Dampfwalze 4,25 **cbm**, somit 23% mehr, bei weichem Schotter für die Pferdewalze 4,5 **cbm**, für die Dampfwalze 6,0 **cbm**, somit 33% mehr.

Die Bewalzungskosten ohne Handarbeit betrugen: für 1 **cbm** harten Schotter bei Pferdewalzen 1,24 M., bei der Dampfwalze 98 Pf., also 21% weniger; für 1 **cbm** weichen Schotter bei der Pferdewalze 82 Pf., bei der Dampfwalze 89 Pf., also 12% mehr.

Die Gesamtkosten einschliefslich Handarbeit haben betragen: für 1 **cbm** harten Schotter bei der Pferdewalze 3 M., bei der Dampfwalze 2,8 M., also 7% weniger; für 1 **cbm** weichen Schotter bei der Pferdewalze 1,98 M., bei der Dampfwalze 1,95 M., somit 3% mehr.

Bei den von Voiges in den Jahren 1882 bis 1885 im Bezirk Wiesbaden vorgenommenen Walzarbeiten ergaben sich ähnliche Werte, im Jahre 1886 bis 1888 wurden aber auch die Ausführungen mit den Dampfwalzen teurer, nämlich bei hartem Material 1,22 M. f. d. **cbm** gegen nur 1,10 M. der Pferdewalzen und bei weichem Material 1,09 M. gegen 1,06 M. bei Pferdewalzen.

Da die gegebenen Zahlen nur Mittelwerte darstellen, so ist es nicht angängig ihnen eine durchschlagende Bedeutung einzuräumen, sondern es wird bei Beantwortung der Frage, ob Pferdewalzen oder Dampfwalzen zur Verwendung kommen sollen, von anderen Gesichtspunkten auszugehen sein.

Es ist wohl allseitig anerkannt, dafs es mit Dampfwalzen rascher und vollständiger möglich ist, eine für Fuhrwerk jeder Art sofort brauchbare Fahrbahn herzustellen, somit wird für gröfsere Städte und für verkehrsreiche Strafsen in der Nähe von Städten, namentlich bei Verwendung harten Materials, die Dampfwalze das einzig richtige sein. Der Umstand, dafs die Dampfwalzen nicht umgewendet zu werden brauchen, macht es möglich, ohne Schaden für die Arbeitsleistung die Arbeitsstrecken

---

[150]) Strafsenbau S. 207.

[151]) Deutsche Bauz. 1889, S. 250.

kürzer, bis zu 100 m Länge, anzunehmen, wodurch die Beeinträchtigung des Verkehrs eine viel geringere wird, als bei Pferdewalzen.

Diejenigen Verwaltungen von Landstrafsen, welche alljährlich grofse Strafsenlängen zu bearbeiten haben, werden ebenfalls gut tun, sich eigener oder gemieteter Dampfwalzen zu bedienen. Es kann in diesem Fall keine Schwierigkeit haben, die Arbeiten so einzurichten, dafs die Walzen längere Zeit hintereinander beschäftigt sind und dafs die kostspieligen Leerfahrten der Walzen auf ein Mindestmafs herabgesetzt werden können. — Es bezieht sich dies nicht nur auf Staatsstrafsen, sondern auch auf Korporationsstrafsen (Vizinalwege), deren Gesamtunterhaltungskosten sicher geringer werden, weil die mit der Dampfwalze gedichteten Strafsen länger in gutem Zustande bleiben, als die mit den leichten Pferdewalzen bearbeiteten, wenn auch bis jetzt hierüber noch keine durchschlagenden Erfahrungen vorliegen.

Bei Arbeiten von geringem Umfang wird die Pferdewalze vorzuziehen sein, weil das Instandsetzen der Dampfwalzen und deren Beischaffung und Magazinierung zu grofse Kosten erfordert.

Wenn es sich um Strafsenneubauten handelt, werden Dampfwalzen wohl selten das richtige sein. Da wo der Untergrund der Dämme sich noch nicht genügend gesetzt hat, wird durch die schwere Dampfwalze wohl der Steinkörper in den Untergrund eingeprefst, ohne aber die nötige Festigkeit der Steinbahn zu erreichen. Es dürfte deshalb für Neubauten angezeigt sein, die erste Walzarbeit mit Pferdewalzen vorzunehmen und erst die Ausbesserungsarbeiten mittels der Dampfwalze auszuführen. Auf Strafsen in Einschnitten oder niedrigen Auffüllungen treten die Nachteile einer Setzung des Untergrundes allerdings weniger hervor, es ist aber immerhin nicht zu übersehen, dafs bei Neubauten die zu dichtende Schotterdecke eine wesentlich gröfsere Dicke hat, als bei Ausbesserungsarbeiten, und dafs infolge dessen die Verschiebung des Schotters vor den Lenkwalzen sich in viel unangenehmerer Weise fühlbar machen wird, als bei den dünnen Decklagen des Unterhaltungsdienstes. Es wird deshalb wohl allgemein gesagt werden können, dafs bei Neubauten nur Pferdewalzen verwendet werden sollen.

Das Einwalzen von Fahrbahnen aus weichen Schottermaterialien kann immerhin mit der Dampfwalze geschehen, wie vielfache Erfahrungen auf der schwäbischen Alb beweisen, wo nur der weiche Jurakalk als Strafsenmaterial zur Verfügung steht. Man wird nur die Vorsicht zu gebrauchen haben, dafs nicht zu schwere Walzen (nicht über 10 bis 12 t) zur Verwendung kommen, welche eine genügende Dichtung der Strafse bewirken, wenn man berücksichtigt, dafs derartiges weiches Material nur für Strafsen mit leichtem Verkehr angewendet werden kann.

Der oben namhaft gemachte Mangel der Dampfwalzen, dafs eine Steigerung der Belastung mit fortschreitender Arbeit nicht möglich ist, dürfte ebenfalls wenig ins Gewicht fallen. Man mufs aber die ersten Walzgänge mit Vorsicht und langsam durchführen; die hierdurch entstehenden Mehrkosten können nur unbedeutend sein.

Literatur.

Geschichtliches und Entwickelung des Strafsenbaues.

(Zu § 1.)

a) Einzelwerke und Druckhefte.

J. Bavier, Die Strafsen der Schweiz. Zürich 1878.
G. Bohnsack, Die Via Appia von Rom bis Albano. Wolfenbüttel 1886.
Fr. v. Alten, Die Bohlenwege im Flufsgebiete der Ems und Weser. Oldenburg 1889.
v. Rotenhan, Die Entwickelung der Landstrafsen und die Anforderungen der Gegenwart an dieselben. München 1897.
Merckel, Ingenieurtechnik im Altertum. Berlin 1899.
G. Iszkowski, Die Anforderungen des Strafsenverkehrs. Wien 1902.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

Die Römerstrafse unweit Kirchberg im Kreise Simmern. Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1879, S. 366.
Römische Strafsen in Oldenburg. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 295.
Die in Frankreich aufgefundene Römerstrafse von 22000 km Länge. Le Cosmos, Revue des sciences et leurs application 1886, S. 211.
Strafsenbau im Altertum. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 36.
Römische Bohlenwege im Oldenburgischen. Zentralbl. d. Bauverw. 1891, S. 209.
Beiträge zur Geschichte des Wegebaues. Deutsche Bauz. 1892, S. 261.
v. Oer, Die Entwickelung unserer modernen Verkehrswege. Zivilingenieur 1895, Bd. XLI, Heft 2, S. 153.
Entwickelung der Landstrafsen neben den Eisenbahnen und die Anforderungen der Gegenwart an dieselben. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 414, 431, 447, 466, 483, 498, 519, 535, 551, 561, 567, 584. — Ann. f. Gew. u. Bauw. 1898, S. 79.
Der Landstrafsenverkehr unmittelbar vor den Eisenbahnen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenb.-Verw. 1898, S. 1466.
Der Einflufs der Verkehrsstrafsen auf die Entwickelung der Landwirtschaft. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 304.
Pflasterfund aus alter Zeit bei Reichenbach in Ostpreufsen. Denkmalspflege 1900, S. 113.
Eckhardt, Die Landstrafsenbausysteme der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 312 u. 327.
Die Prinzipien der Landstrafsen, Bau- und Unterhaltungspflichtigkeit in ihren Beziehungen zur Entwickelung des Strafsenbaues. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 233 u. 256.
Lebensgeschichte von Mc. Adam. Engng. news 1901, II. S. 487.
Strafsen für Motorwagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 255, 521.
O. Mayer, Die Landstrafsen Bayerns. Geschichtl. Studie. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 148.
Zur Geschichte des Bürgersteiges. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 189.
Thérel, La corniche de l'estérel, sa création; comment elle est devenue route nationale. Ann. des ponts et chaussées 1905, II. S. 5.
Die Entwickelung des preufs. Chausseenetzes unter der Selbstverwaltung. Zentralbl. d. Bauverw. 1905, S. 361.
Die Entwickelung des Strafsen- und Wegebaues in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 523, 542, 558, 576.
C. Schmid, Der Strafsenbau auf der Nürnberger Ausstellung. Bauz. f. Württemberg u. s. w. 1906, S. 367 u. 377.

A. Strafsenfuhrwerke.

(Zu § 2 bis 4.)

a) Einzelwerke und Druckhefte.

Gerstner, Mechanik. Prag. 1831, Bd. I.
Morin, Hilfsbuch des Mechanikers, übersetzt von Holzmann. Karlsruhe 1844.
Rühlmann, Strafsenfuhrwerke. Allgemeine Maschinenlehre. Braunschweig 1868, Bd. III.
Becker, Konstruktion der Fuhrwerke und Widerstand derselben auf Strafsen verschiedener Beschaffenheit; Strafsen- und Eisenbahnbau. Stuttgart 1870, S. 85 ff.

Zentralbl. f. Wagenbauer. Berlin 1884 ff.
Schaffert, Der Wagenbauer, Vorlagensammlung. Ravensburg 1889.
Ludw. Rhotert, Schienenloser Betrieb; Verwertung der Selbstfahrer. Leipzig 1900.
W. Worby Beaumont, Motor Vehicles and Motors. London Arch. Constable and Co. London, Bd. I. 1901; Bd. II. 1906.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

Bollée's Dampfwagen. Wochenschr. d. Ver. deutscher Ing. 1880, S. 442. — Deutsche Industrie-Ztg. 1881, S. 35. — Engineer 1881, Juni, S. 431. — Glasers Ann. f. Gew. u. Bauw. 1881, Jan. S. 71.
Neue Radnabe und Achsbüchse für Strafsenfuhrwerke von C. Mafsler in Düsseldorf. Illustr. Patentbl. 1881, S. 122 (D. R. P. 5313).
Strafsendampfwagen von H. Michaelis in Chemnitz. Illustr. Patentbl. 1881, No. 165 (D. R. P. 5459).
Neuerungen an Strafsenlokomotiven von C. u. G. Henkel in Cassel. Illustr. Patentbl. 1881, Jan. S. 62 (D. R. P. 5160).
Neuerungen in der Konstruktion der Wagenräder und Gestelle von J. Erlach. Illustr. Patentbl. 1881, S. 66 (D. R. P. 5174).
Wagenrad mit federnden Speichen von Ludw. Löwe & Cie. Deutsche Industrie-Ztg. 1881, S. 109.
Ein neuer Personenwagen „Herdie". New-Yorker Techniker 1881, S. 54.
Der Wagen, kulturgeschichtlich-technische Skizze. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1884, S. 61, 75, 91, 99, 132, 141, 148, 189, 199.
Über Strafsenlokomotiven. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1884, S. 1 u. 10.
Beanspruchung der Strafsen durch Lastwagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 149.
Egon Zöller, Die gesetzlichen Bestimmungen über die Breite der Radfelgen und die Ladegewichte der Fuhrwerke. Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 191.
Strafsenfuhrwerk mit Akkumulatorbetrieb. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 72.
Droschke ohne Pferd. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 128.
Wege und Wagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 40 u. 54.
Omnibus mit pneumatischen Gummirädern. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 192.
Dampfwagen auf Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 388.
Wettfahrten für selbstbewegliche Wagen in Paris. Le génie civil 1894, Bd. XXV, S. 259, 282, 294, 345. — Engineer 1894 II. S. 47, 86. — Revue techn. 1894, S. 323, 345, 396, 433; 1895, S. 287. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 413; 1895, S. 332.
Dampfwagen für Strafsenverkehr nach Bauart Serpollet. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 24; 1895, S. 315. — Engineering 1895, Bd. LX, S. 474, 499.
Le Blant-Dampfstrafsenwagen. Engineering 1896, Bd. LXI, S. 6.
Elektrische Droschken in London. Schweiz. Bauz. 1897 II. S. 83. — Glasers Ann. f. Gew. u. Bauw. 1897, S. 175.
Elektrische Droschken in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 410. — Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1897, S. 499.
Hemmschuhe aus Gufseisen mit Stahleinlage zur Verminderung der Abnutzung. Engng. news 1897 II. S. 228.
Gravenhorst, Die Widerstände auf Steinstrafsen, Erdwegen und Eisenbahngleisen für gewöhnliches Fuhrwerk. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 33, 49, 64.
Beiwert des Gesamtwiderstandes auf Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 299.
Neues englisches Gesetz für die selbstbeweglichen Fuhrwerke auf Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 291.
Das Selbstfahrwesen in Spanien und Frankreich. Zeitung d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1897, S. 1014.
Günstige Wirkung der Selbstfahrer auf die Strafsendecke. Zentralbl. d. Bauverw. 1898, S. 497.
Einflufs der Selbstfahrer auf den Strafsenbau hinsichtlich der Verminderung der Steigungen und der Verbesserung der Strafsendecke. Nouv. ann. de la constr. 1899, S. 82.
An einem Fuhrwerk zu befestigende Vorrichtung zum Aufnehmen der Wegelängen und Steigungen (D. R. P. 99846). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 193.
Vorrichtung zum Messen der bei der Fortbewegung von Wagen gebrauchten Arbeit von Téodorowitsch. Mém. de la soc. des ing. civ. 1899, Jan. S. 56.
Über die auf geneigter Ebene auftretenden Zugwiderstände. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 181.
Die Selbstfahrer und der Wegebau in Frankreich. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 517.
Der Motorwagen von Herschmann. Engng. news 1900 I. S. 349.
Selbstfahrer auf Strafsen oder Schienen? Zeitung d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1900, S. 657.

Die Gummiräder und der Strafsenkot. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 337.
Der Einflufs der mechanisch angetriebenen Fahrzeuge auf die Verkehrswege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 449.
Müller, Über den Einflufs des Raddurchmessers auf den Kraftbedarf der Selbstfahrer. Motorwagen 1901, 30. Juni, S. 156.
Ein neuer Omnibusmotor für die Strafsen Londons. Revue techn. 1902, S. 363.
Der Zugwiderstand bei Strafsen und Wegen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 237. — Techn. Gemeindebl. 1902, S. 110.
Der Selbstfahrerverkehr in Italien. Glaser's Ann. 1903 I. S. 122.
Gravenhorst, Kraftwagen und Steinstrafsen. Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 528; auch Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 569.
Nufsbaumer, Zugkraft und Neigungsreduktion in Strafsenkurven. Schweiz. Bauz. 1904, II. S. 220; auch Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 625.
Strafsenlokomotive mit Anhängewagen der Steam cart and wagon Comp. Ltd. in Leeds. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 642.
Die Automobilomnibusse der Cie. générales des Omnibus in Paris. Génie civ. 1905, Bd. 48, S. 137.
Les vehicules industriels automobiles. Revue techn. 1905, S. 932 (150) u. d. ganze Heft 24.
Motorfahrzeuge und ihr Recht auf die Landstrafse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 108.
Vorreiter, Motordroschken und deren Betriebskosten. Motorw. 10. Aug. 1905, S. 502.
Kraftwagenbetrieb auf Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 83.
Motorfahrzeuge für städtische Zwecke. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 159, 285 u. 312.
Verhältnis von Raddurchmesser und Felgenbreite der Strafsenfuhrwerke zum zulässigen Ladegewicht. Engng. news 1905, Bd. 53, S. 418 u. 1906, Bd. 55, No. 6; auch Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 184.
Die Motorwagen von Drouin. Génie civil, Sept. 1906, S. 273.
Der Motorwagen im städtischen Dienst. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 410 u. 434.
Staatlicher Kraftwagenbetrieb auf Landstrafsen. Glaser's Ann. f. Gew. u. Bauw. 1906, I. S. 158.
Dampfautomobile von Wegher u. Richemont in Pantin. Génie civil 1906, Bd. 49, S. 17.
Über den Einflufs der Automobil-Radreifen auf die Landstrafsendecke. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 473.
Das Automobil als Wegezerstörer. Zeitung d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1906, S. 1371, auch Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 680.
Gravenhorst, Das gezogene und das ziehende Rad. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen 1906, S. 423 u. 517.
Ein neuer Petroleum-Motorwagen. Engineer 1906, II. S. 481.
Der neue Engine-Comp.-Motorwagen. Engineer 1906, II. S. 626.
Der Siddeley-Motorwagen von 30 Pferdekräften. Engineer 1906, II. S. 623 u. 690.

B. Landstrafsen.

(Zu § 5 bis 15.)

a) Einzelwerke und Druckhefte.

Umpfenbach, Theorie des Neubaues, der Herstellung und Unterhaltung der Landstrafsen. Berlin 1830.
Steenstrup, Strafsenbau. Kopenhagen 1842.
Becker, Strafsen- und Eisenbahnbau. Stuttgart 1870.
v. Kaven, Der Wegebau. Hannover 1870.
v. Baer, Die Wasser- und Strafsenbauverwaltung im Grofsherzogtum Baden. Karlsruhe 1870; Leipzig 1895.
Schuberg, Der Waldwegbau. Berlin 1873.
A. Debauve, Manuel de l'ingenieur. Routes, Paris 1875.
Dr. J. zur Nieden, Der Bau der Strafsen und Eisenbahnen. Berlin 1878.
J. Bavier, Die Strafsen der Schweiz. Zürich 1878.
J. F. Baer, Chronik über Strafsenbau und Strafsenverkehr in dem Grofsherzogtum Baden. Berlin 1878.
W. Launhardt, Die Steigungsverhältnisse der Strafsen. Hannover 1880.
K. E. Ammon, Die Unterhaltung der Kunststrafsen. Leipzig 1880.
E. Müller, Der Chausseebau und seine Hilfswissenschaften. Jena 1881.
R. Krüger, Handbuch des gesamten Strafsenbaues, besonders in Städten. Jena 1881.

G. Osthoff, Der Wege- und Strafsenbau in seinem ganzen Umfange. Leipzig 1882.
O. H. Schulze, Zum Chausseebau. Guben 1883.
Chr. Petrlik, Das Walzen der Strafsen als Mittel zur Erzielung von Ersparnissen bei ihrer Erhaltung. Prag 1883.
Dietrich, Die Baumaterialien der Steinstrafsen. Berlin 1885.
Waterbouwkunde door N. H. Henket, Ch. M. Schols en J. M. Telders mt medewerking van verschillene ingenieurs. Vierde Deel, Afd. XV: Wegen, door A. Fock, C. J. van Doorn, N. H. Henket. s'Gravenhage 1885.
Ernst Mach, Die gewalzte Strafse, ihr Bau und ihre Erhaltung. Brünn 1885.
Die Grofsherzoglich Badischen Haupt-Nivellements mit den Anschlüssen an die Nachbarstrafsen. Karlsruhe 1885.
W. Launhardt, Theorie des Trassierens. 1. Heft, 2. Aufl. Hannover 1887.
Thompson, Wegebau und Wegeunterhaltung, Preisarbeit. New-York 1889.
J. Baer, Das Strafsenbauwesen in dem Grofsherzogtum Baden. Karlsruhe 1890.
Nessenius, Der Strafsenbau. Handb. d. Bauk. Berlin 1892, Abt. III, Heft IV, S. 80 bis 240.
Verwaltungsbericht der königl. württemb. Ministerial-Abt. für den Strafsen- und Wasserbau für die Rechnungsjahre vom 1. Febr. 1891/92 und 1892/93. I. Abt. Strafsenbauwesen. Stuttgart 1894, 1901.
L. von Willmann, Strafsenbau. Fortschrittsh. d. Ing.-Wiss. Zweite Gruppe, 4. Heft. Leipzig 1895.
J. Baer, Das Strafsenbauwesen im Grofsherzogtum Baden. Leipzig 1895.
F. Löwe, Strafsenbaukunde. Wiesbaden 1895.
W. Schiege, Die Wegekrümmungen. Freiberg i. S. 1896.
F. Löwe, Die Bahnen der Strafsenfuhrwerke in den Strafsenbögen. Wiesbaden 1901.
Ernst Eschenbach, Der Wegebau unter besonderer Berücksichtigung der Trassierungsarbeiten (im Selbstverlag, Baumgartenstrafse 17). Augsburg 1902.
Ph. Ballif, Das Strafsenwesen in Bosnien und der Herzegowina. Wien 1903.
Waldheim, Anleitung zur Herstellung und Pflege der Schotterfahrbahn der Reichsstrafsen. Wien 1903.
A. Birk, Der Wegebau in seinen Grundzügen. I. Teil: Erdbau und Strafsenbau. Leipzig und Wien 1904.
C. Schmid, Asphalt, Teer, Öl im Strafsenbau, Techn. Studienhefte. 5. Heft. Stuttgart 1905.
C. Schmid, Feld- und Waldwegbau. Techn. Studienhefte, 6. Heft. Stuttgart 1906.
Stahl, Erd- und Wegebau einschliefslich kleiner Brücken in Flachlandgegenden. Berlin 1906.
Scheck, Ingenieur-Kalender für Strafsen- und Wasserbau von Rheinhart. Wiesbaden 1873—1906.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

1. Trassierung (s. auch I. Bd., I. Kap. Vorarbeiten S. 348).

W. Launhardt, Über die zweckmäfsigsten Steigungsverhältnisse der Chausseen. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1867, S. 198.
Léon Durand-Claye, Sur la méthode à suivre pour le choix entre divers tracés proposés pour une même route. Ann. des ponts et chaussées 1871 I. S. 439.
Léchalas, Mémoire sur le roulage. Ann. des ponts et chaussées 1879 I. S. 364; 1881 I. S. 376.
W. Launhardt, Die Steigungsverhältnisse der Strafsen. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1880.
Léon Durand-Claye, Note sur l'étude des rectifications des routes. Ann. des ponts et chaussées 1881 II. S. 191.
Léon Durand-Claye, Étude sur la valeur comparative des tracés de routes au point de vue des transports rapides. Ann. des ponts et chaussées 1884 II. S. 260.
Vorarbeiten zu Wegebauten in Norwegen. Zentralbl. d. Bauverw. 1887, S. 396.
Voiges, Wissenschaftliches aus dem Strafsenbau. Zentralbl. d. Bauverw. 1888, S. 543.
Abstecken von Gegenbögen bei Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 113, 146.
Bonhomme, Bestimmung der Steigungen von Gebirgsstrafsen. Ann. des ponts et chaussées 1897 II. S. 369. — Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1898, S. 153. — Schweiz. Bauz. 1898 II. S. 99. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 471.
Hilfstabelle für Höhenabsteckung von Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 5.
Anlage von Gebirgsstrafsen. Österr. Monatsschr. f. d. öffentl. Baudienst 1899, S. 311.
Neue Anweisung für Vermessungen im Hochgebirge. Schweiz. Bauz. 1902 I. S. 8.
Seifert, Beitrag zur wissenschaftlichen Vergleichung von Strafsenzügen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 357 u. 421.
Puller, Inhaltsbestimmung von Wegerampen. Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 598.
Landstrafsen oder Kleinbahnen? Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 54.
F. Loewe, Krümmungshalbmesser und Breite der Strafsenwendeplätze. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 505, 527 u. 544. — Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1905, S. 477.

2. Landstrafsen verschiedener Länder.

Norwegische Strafsen. Deutsche Bauz. 1881, S. 513. — Ann. des ponts et chaussées 1887 I. S. 409—487.
Schwedische Landstrafsen. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1881, S. 331.
Badisches Strafsenwesen. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1881, S. 517. — Deutsche Bauz. 1886, S. 224.
Bau der Landstrafsen in der Provinz Hannover. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1884, S. 308; 1891, S. 493.
Das württembergische Strafsenwesen in 1881 und 1882. Zentralbl. d. Bauverw. 1884, S. 526.
Über die Verkehrswege des Festlandes. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1884, S. 17.
Landstrafsen in Spanien. Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 294.
Die Staatsstrafsen Italiens. Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 123; 1886, S. 405. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 198.
Das Strafsenwesen in Rufsland. Zentralbl. d. Bauverw. 1886, S. 342. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 345.
Kreisstrafsen der Provinz Rheinhessen. Wochenbl. f. Bauk. 1887, S. 53, 65. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 109.
Strafsenausführungen in Amerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 15.
Kunststrafsen im Grofsherzogtum Hessen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 13.
Strafsenbau in China. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 181.
Landstrafsen in Preufsen. Zentralbl. d. Bauverw. 1887, S. 494. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 467.
Anlage der Landstrafsen in den Vereinigten Staaten Nordamerikas. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 65, 81.
Die portugiesischen Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 116.
Das Strafsenwesen des Königreichs Sachsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 285, 301, 318, 335, 352, 367.
Reichsstrafse über den Seeberg nach Krain. Österr. Monatsschr. f. d. öffentl. Baudienst 1897, S. 166.
Strafse von Montecchio nach Montecchiorugolo. Il Politecnico 1897, S. 673.
Neue Kunststrafse durch das Münstertal nach Zernez (Stilfser-Jochstr.). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 455.
Ausbau des Strafsennetzes in Tirol. Österr. Monatsschr. f. d. öffentl. Baudienst 1898, S. 238.
Strafsenbau am Niederrhein. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 201, 250.
Bau und Unterhaltung der Landstrafsen in Irland. Min. of proceed. of the soc. of Engl. Eng. 1899, Bd. 135, S. 258.
Die württembergischen Staatsstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 213, 229.
Chausseebauten in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 421, 438, 453.
Bau und Unterhaltung der Wege Belgiens. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 569; 1900, S. 2, 17.
Chausseen, Landstrafsen und Landstrafsenbrücken in Rufsland. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 423.
Amerikanische Wegebauten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 280.
Bericht über den Bau einer Kunststrafse in schwierigem Gelände von Brooklyn nach Rockaway. Engng. record 1900, 22. Sept. S. 269.
Eröffnung der Klausenstrafse (Schweiz). Schweiz. Bauz. 1900 I. S. 248; 1901 I. S. 109, 121, 167.
Bau einer 160 km langen Landstrafse von Enzeli nach Teheran in Persien. Engineer 1901 I, S. 110.
Wegebau in Württemberg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 308.
Die Länge der routes nationales in den einzelnen Departements am 1. Jan. 1902. Ann. des ponts et chaussées 1902 II. S. 256.
Die neue Strafse von Enzeli nach Teheran. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 117, 135.
Die Verkehrswege in China. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1902, S. 139.
Einiges vom Wegebau in Amerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 304.
Automobilstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 255.
v. **Rotenhan**, Bau und Unterhaltung der Distriktstrafsen in Bayern. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 223, 241, 256 u. 273; Bauing.-Ztg. 1902, S. 173 u. 182.
Anleitung zur Herstellung und Pflege der Schotterfahrbahn der k. k. österr. Reichsstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 328, 344, 361 u. 376.
Bau und Unterhaltung der Strafsen in Europa. Engng. record 1903, Bd. XLVII, S. 436.
Ph. **Ballif**, Das Strafsenwesen in Bosnien und der Herzegowina. Allgem. Bauz. 1903, S. 39.
Wegeverhältnisse im europäischen und asiatischen Rufsland. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 344.

Wegebau im Süden der Vereinigten Staaten v. Nord-Amerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 448.

Eine chaussierte Strafse auf Betonunterbettung in den Ver. Staaten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 303.

Wegebau im Kreise Béxar (Texas). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 645.

Wegebau über sumpfige Salzwiesen in Amerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 323; 1905, S. 359.

Bau und Unterhaltung der Makadam-Strafsen in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 624 u. 641.

Zum Landstrafsenbau in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 267.

3. Fahrbahnbefestigung, Fufswege, Radfahrwege und Nebenanlagen.

α. Fahrbahnbefestigung.

Über die Herstellung und Unterhaltung von Steinschlagdecken in Frankreich. Ann. des ponts et chaussées 1881 II. S. 493—527. — Zentralbl. d. Bauverw. 1882, S. 146.

Herstellung billiger Landstrafsen. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 109.

Die Befestigung zeitweiliger Strafsen auf sumpfigem Boden mittels Faschinen, Knüppeln, Schlacken u. s. w. Deutsche Bauz. 1882, S. 522.

Schacht, Bau der Strafsen im Hochmoore. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1885, S. 519; 1891, S. 749.

F. Gravenhorst, Über den Einflufs der Bekiesung auf die Dauer der Steinschlagdecken u. s. w. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1887, S. 409.

Über Kiesstrafsen. Zentralbl. d. Bauverw. 1889, S. 260.

Das Telford-Makadampflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 3, 16; 1893, S. 575.

Über die Versteinung der Kunststrafsenfahrbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 261.

Befestigung von Fahrwegen auf weichem nachgiebigem Boden. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 595.

Landstrafsen mit zwei Pflasterstreifen von 0,45 m Breite. Engng. news 1896 II. S. 385.

Chausseebauten in der Nähe grofser Städte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 39.

Herstellung einfacher Waldwege aus Buschwerk, Faschinen u. s. w. Engng. record 1898, Bd. 38, S. 96.

Sandpfähle zum Verbessern eines moorigen Strafsenuntergrundes. Zentralbl. d. Bauverw. 1899, S. 512.

Herstellung amerikanischer Kieslandstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 280.

Herstellung von Strafsenkörpern in besonders schwierigen Lagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 113, 134, 153, 176.

Amerikanische Erdstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 609.

Bestimmung der Profile englischer Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 503.

Anwendung schmaler und flacher Strafsengräben. Engng. news 1901, II. S. 50.

Strafsen für Motorwagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 255 u. 521.

Makadam in den Ver. Staaten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 454.

Über Schotterstrafsen (nach Engng.). Daselbst 1905, S. 309.

Wegebau über Moor- u. Sumpfland. Daselbst 1906, S. 62.

Entwässerung und Profilierung von Erdstrafsen. Daselbst 1906, S. 248.

Reich, Die Verwendung des Teers beim Strafsenbau. Teer-Makadamstrafsen. Techniker-Zeitung No. 33, S. 96, Beiblatt der Südd. Bauz. 1906.

Praktische Winke für den Bau von Makadamstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 490.

Verfahren, um Strafsenoberflächen gegen Nässe undurchdringlich zu machen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 533.

Über die Ausgestaltung des Strafsenquerprofils in Kurven. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 663.

Wege auf Hoch- und Niederungsmooren. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 664 u. 692.

Strafsen für den Automobilverkehr. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 710.

Durchlässe, kleinere Brücken und innere Entwässerung des Chausseeplanums. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 95.

β. Kleinpflaster.

F. Gravenhorst, Über Steinschlagpflaster (Kleinpflaster). Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1887, S. 425; 1894, S. 19. — Deutsche Bauz. 1894, S. 325, 337, 418.

Nessenius, Strafsenbaumaterialien der hannoverschen Tiefebene und die Überpflasterung der Steinschlagbahn durch Kleinpflaster. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1895, S. 19. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 174.

Entwickelung des Kleinpflasters in den verschiedenen Provinzen. Deutsche Bauz. 1897, S. 501.

Bewährung und wirtschaftliche Bedeutung des Kleinpflasters. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 855.
Kleinpflaster auf Provinzialstrafsen der Rheinprovinz und Westfalens. Deutsche Bauz. 1898, S. 634; 1899, S. 22, 76, 307.
Dietrich, Zur Frage des Kleinpflasters. Deutsche Bauz. 1899, S. 95.
Überpflasterung chaussierter Steinbahnen mit Reihenpflaster (Mittelpflaster) von etwa 10 cm hohen Steinen nach Art des Kleinpflasters. Deutsche Bauz. 1899, S. 574, 624; 1900, S. 546.
Schaum, Kleinpflaster auf rheinischen Provinzialstrafsen. Deutsche Bauz. 1900, S. 25.
Gravenhorst, Bedeutung des Kleinpflasters. Deutsche Bauz. 1900, S. 330, 355.
Kleinpflaster auf den braunschweigischen Landstrafsen. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1900, S. 566. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 343, 376.
Ersatz des Steinschlages durch Kleinpflaster auf Strafsen in Frankfurt a. M. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 311.
Schaum, Mittelpflaster auf Landstrafsen. Deutsche Bauz. 1900, S. 546.
Kleinpflaster auf alter Steinschlagdecke. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 539.
Schallehn, Pflasterunterbettung für Kleinpflaster aus Betondielen mit Drahtgewebeeinlage und mit Betonschwellen als Widerlager. Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 86.
Vöiges, Kosten des Kleinpflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 166.
Kleinpflaster in München. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 49.

γ. Fufswege, Radfahrwege und Nebenanlagen.

Wegweiser mit Leuchtfarbe. Gesundheits-Ing. 1884, S. 114.
Über Anpflanzungen von Obstbäumen an Landstrafsen. Deutsche Bauz. 1886, S. 93. — Zentralbl. d. Bauverw. 1889, S. 90.
Asphaltstreifen für Radfahrer in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 374.
Anlage von Radfahrwegen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 565, 582.
Radfahrwege im Grunewald bei Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 131.
Vorschläge zur Anlage von Radfahrwegen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 108.
Amerikanischer Radfahrweg zwischen Los Angeles und Pasadena (Kalifornien). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 495.
Wegschranken bei Eisenbahnen. Österr. Wochenschr. f. den öffentl. Baudienst 1902, S. 307.
Oehmcke, Über Radfahrwege. Deutsche Bauz. 1902, S. 142.
Radfahrwege in Portland (Oregon). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 203.
Über eine Neuerung an Zugschranken. Deutsche Bauz. 1902, S. 627.
Über Radfahrwege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 115.
Fufswegbefestigungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 124 u. 144.
Zaunpfähle aus Eisenbeton. Zement u. Beton 1905, S. 374.
Absperrungen und Einfriedigungen an Strafsen und Wegen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 347 u. 367.
Über Strafseneinfriedigungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 6.

C. Unterhaltung, Reinigung und Verwaltung der Landstrafsen.

(Zu § 16 bis 24.)

1. Strafsenbaumaterialien.

Bestimmung und Verwendungsgrenzen für Deckmaterialien aus verschiedenen Bezugsorten. Zeitschr. f. Bauk. 1882, S. 14.
Transportweiten des Sandes als Strafsenbaumaterial. Deutsche Bauz. 1885, S. 299.
Über die Haltbarkeit verschiedener Pflastermaterialien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 5, 12.
Über die Druckfestigkeit natürlicher Gesteine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 119.
Prüfung natürlicher Steine auf Frostbeständigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen die Witterungseinflüsse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 132.
Die Wirkung des Frostes auf Strafsenbefestigungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 172, 179, 188.
Die Prüfung der Strafsenbaumaterialien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 99, 108. — Wochenbl. f. Bauk. 1887, S. 249.
Über die Wertschätzung von Schotter als Pflastermaterial. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 258, 269.
Mitteilungen aus der Königl. techn. Versuchsanstalt zu Berlin 1889.

Die Baumaterialien der Schweiz an der Landesausstellung 1883 von U. Meister, F. Locher, Al. Koch und L. Tetmayer. Zürich 1884.

Mitteilungen aus dem mechanisch-techn. Laboratorium in München von Bauschinger.

Mitteilungen aus der Anstalt zur Prüfung der Baumaterialien am Polytechnikum zu Zürich von Tetmayer.

Strafsenbaumaterialien im Grofsherzogtum Hessen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 63.

Carrau, Note sur la détermination de la limite d'emploi sur une route des matériaux d'empierrement etc. Ann. des ponts et chaussées 1891 II. S. 442.

Die gebräuchlichsten Strafsenbaumaterialien in Österreich, Deutschland u. s. w. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 53.

Dreling, Über die Beziehungen des Verkehrs zu der Korngröfse und Gesteinsart des Deckmaterials bei Schotterstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 117.

Reibungswiderstände der verschiedenen Strafsenbefestigungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 101.

Einheitliche Untersuchungsmethoden. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 413.

Schotter-Streuwagen. Engng. news 1895 I. S. 165. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 233.

Verwendung von Schutzbrillen beim Steinschlagen. Tiefbau 1895, S. 61.

Schottererzeugung und Strafsenbeschotterung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 101.

Verzeichnis der in der Provinz Starkenburg zur Strafsenunterhaltung verwendeten Gesteinsarten, zusammengestellt vom Grofsherzoglichen Landesgeologen, Bergrat Prof. Dr. Chelius. Darmstadt 1901.

Strafsendeckstoffe der Rheinpfalz. Techn. Gemeindebl. 1901, S. 296, 343.

Volumenvermehrung der zur Strafsenunterhaltung verwendeten Gesteine durch Zerkleinerung zu Schotter. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 37.

Wahl des Materials für Mac-Adam-Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 413.

Über Kies zum Wegebau. Nach Engng. news. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 83.

Über Chausseebaumaterial. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 517.

Die Bindekraft von Strafsenbaumaterialien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 6.

Ein neues Verfahren zur Bindung des Strafsenstaubes. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 167.

Zur Wertbestimmung der Strafsenbaumaterialien. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 49.

2. Steinbrechmaschinen und Strafseneggen.

Steinbrechmaschinen von Baxter & Cie. in Leeds. Iron 1881, Bd. 18, S. 136. — Dinglers polyt. Journ. 1881, Bd. 242, S. 147.

H. Fischer, Über Zerkleinerungsmaschinen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1886, S. 229.

Archer's Steinbrecher. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 10.

Steinbrechmaschine von Lego. Génie civil 1888, Bd. XIII, S. 19.

Steinbrechmaschinen verschiedener Art. Publication industr. Vol. 32, S. 145.

Zwillingssteinbrechmaschinen von Mason & Cie. in Leicester. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 168.

Steinbrecher von Brennau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 2.

Neuer Doppelsteinbrecher, Pat. E. Villeroy, von Brinx & Hübener in Mannheim. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 335; 1893, S. 143.

Stahlwalze zum Aufbrechen neu zu deckender Landstrafsen. Engng. record 1893, Bd. 27, S. 346. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 414.

Mühlenanlagen zur Herstellung von Bettungsschotter (Kleinschlag) mit Steinbrechmaschinen. Zeitschr. f. Bauw. 1894, S. 383.

Fahrbarer Steinbrecher von Buchanan. Engng. news 1895 I. S. 158.

Maschinen zum Aufrauhen und Aufbrechen alter Schotter- und anderer Wege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 1.

Steinbrechmaschine, Pat. Hopf. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1896, S. 128.

Steinbrechanlage bei Villach und der dort benutzte Steinbrecher. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1897, S. 68.

Neuer Steinbrecher aus Siemens-Martin-Stahl. Génie civil 1899, Bd. 34, S. 363.

Morrison's Vorrichtung zum Aufrauhen der Steinschlagstrafsen vor dem Walzen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 235; 1901, S. 215. — Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1900, S. 145.

Strafsenhobelmaschine, Baurat Hogg. Revue industr. 1900, S. 113. — Engineer 1900 I. S. 677.

Steinbrecher von Baxter & Cie. Revue industr. 1900, S. 331.

Strafsenegge zur Einebnung durchgefahrener unbefestigter Landwege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 215.

Ein neuer Strafsenaufreifser von John Fowler & Co. in Magdeburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 685.

3. Strafsenwalzen.

Dampfwalze von Mehlis & Behrens in Berlin. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1880, S. 391. — Ann. f. Gew. u. Bauw. 1881, Okt. S. 149. — Polyt. Journ. 1882, Bd. 243, S. 185.

Dampfwalze von Kuhn in Berg bei Stuttgart. Wochenbl. d. Ver. deutscher Ing. 1879, S. 275; 1880, S. 252; 1881, S. 270. — Deutsche Bauz. 1886, S. 236.

Dampfwalze von Kraufs in München. Wochenbl. d. Ver. deutscher Ing. 1880, S. 261. — Deutsche Bauz. 1883, S. 310.

Voiges, Leistung der Dampfwalzen. Deutsche Bauz. 1884, S. 329; 1886, S. 161; 1888, S. 602.

Über das Befahren starker Steigungen mit Dampfwalzen. Deutsche Bauz. 1886, S. 236. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 140.

Dampfstrafsenwalze von Albaret. Revue industr. 1887, Juli, S. 275.

Dampfwalze mit Wasserfüllung von Barford & Perkin in Peterborough. Engineer 1888 I. S. 511. — Ann. des travaux publics 1888, S. 2148.

Dampfstrafsenwalze gleichzeitig Dampfstrafsenfuhrwerk von Eddington & Stevenson in Chelmsford. Engineer 1888 II. S. 478.

Lenkvorrichtung für Dampfstrafsenwalzen von F. Schichau in Elbing. Zentralbl. d. Bauverw. 1888, S. 448.

Dampfwalze der Lokomotivfabrik „Hohenzollern“ in Düsseldorf. Deutsche Bauz. 1887, S. 446; 1889, S. 248, 263; 1893, S. 319.

v. Leibbrand, Leistung der Dampfwalzen. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1890, S. 621.

Die Widerstände der Dampfwalzen auf den Strafsen. Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 131. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 193.

Das Walzen unserer Kunststrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 290.

Pferdewalze von Ed. Pratt in Uxbridge. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 148.

Pferdewalzen von der Firma Thomas Carlins Sons in Alleghany. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 363.

Pferdewalze von R. C. Pope in St. Louis mit drehbarer Deichsel. Engng. record and Sanitary Engng. 1891, S. 412. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 87.

Pferdewalze von Jul. Wolff & Cie. in Heilbronn. Zentralbl. d. Bauverw. 1892, S. 160. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 55; 1894, S. 584.

Auswechselbare Laufmäntel für Strafsenwalzen von Hoffacker in Essen. Deutsche Bauz. 1892, S. 367. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 452.

Rauchlose Heizung für Dampfwalzen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 51.

Dampfstrafsenwalze von O. S. Kelly Co. in Springfield, Ohio. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 182.

Verwendung von Dampfwalzen auf französischen Landstrafsen. Ann. des ponts et chaussées 1892 II. S. 402.

Zugkraft für Pferdewalzen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 265.

Bau und Leistung der Dampfwalzen. Deutsche Bauz. 1893, S. 319.

Strafsenwalze für Pferdebetrieb, aus vier Scheiben bestehend. Portef. économ. des mach. 1893, S. 66.

Die Champion-Stahl-Strafsenwalze. Engng. news 1894 I. S. 307.

Einiges über die Chausseewalzen und das Walzverfahren. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 519, 584.

Eine amerikanische Strafsenwalze. Engng. news 1894 I. S. 307.

Dampfstrafsenwalzung in Wien mittels Walzen von John Fowler & Cie. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 305.

Einwalzen der Landstrafsen mittels schwerer Dampfwalzen. Ann. des ponts et chaussées 1896 IV. S. 361.

Einträglichkeit der Strafsenwalzen und Vergleich von Pferde- und Dampfwalzen. Tiefbau 1896, S. 188.

Kosten der 1894/95 in Ober-Elsafs ausgeführten Strafsenwalzarbeiten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 3.

Vergleiche der Kosten von Dampfwalzen, die von der Verwaltung gehalten oder von Unternehmern gestellt werden. Ann. des ponts et chaussées 1896, Bd. XII, S. 784.

Strafsenwalzen nach Bauart Fowler. Revue techn. 1898, S. 380.

Ein neuer Dampfwalzentypus. Engng. news 1899, Juni, S. 346.

Strafsenwalze von B. Asplen. Revue industr. 1902, S. 165.

Universalstrafsenwalze von Rutherford. Engng. record 1903, Bd. XLVII, S. 178.
Amerikanische Dampfwalze mit Stachelpflug zum Aufreifsen alter Strafsen. Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 551.
Neue Strafsenwalze. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 326.
Über die Wirkung der englischen Dampfwalzen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 391.
C. J. Brodersen, Über die Wirkung der Dreling'schen Dampfstrafsenwalze im Vergleich mit den englischen Konstruktionen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 427.
Einwalzen des Geschlägs auf den württembergischen Staatsstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 632.

4. Strafsenstaub, Staubbekämpfung und Strafsenreinigung.

(Vergl. auch Kap. II, Literatur unter D., III. u. IV.)

Die Zusammensetzung des Strafsenschmutzes. Engng. news 1885, S. 75.
Die Anwendung von Salzwasser oder Seewasser zur Strafsenbesprengung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 244; 1888, S. 62, 198; 1889, S. 312; 1893, S. 162, 220, 560; 1894, S. 329, 360. — Min. of proceed. d. Londoner Ing.-Ver. 1892, Bd. 110, S. 343. — Engng. news 1892 II. S. 461. — Deutsche Bauz. 1893, S. 47.
Strafsenbesprengung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 268.
Verwendung von Meerwasser zur Strafsenbesprengung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 204.
Das Besprengen der Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 252 u. 353.
Das Öl in seiner Verwendung für Strafsen. Scient. amer. 1901 II. S. 187. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 397 u. 477. — Südd. Techn.-Zeitung 1903, S. 195. — Revue techn. 1902, S. 141.
Begiefsen der Schotterstrafsen mit Steinkohlenteer. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 49.
Das Besprengen der Strafsen mit Petroleumrückständen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 98.
Dietrich, Besprengen chaussierter Strafsen mit Rohpetroleum. Deutsche Bauz. 1902, S. 143.
Verhinderung der Staubbildung auf Steinschlagstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 329.
Das Ölen und Teeren der Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 397 u. 505; 1903, S. 182, 194, 212, 455. — Schweiz. Bauz. 1903, I. S. 179.
Die Bekämpfung des Strafsenstaubes auf Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 115, 231, 264, 336; Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 558.
Versuche der Staubbekämpfung durch Asphaltin von Dr. Büttner in München. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 373, 391 u. 407.
Das Teeren der Landstrafsen in Frankreich. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 472.
Das Öl als Strafsenbaumaterial. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 487 u. 501; 1904, S. 326.
Staubbekämpfung durch Westrumit. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 363.
Einölung und Beteerung der Strafsen. Bauing.-Ztg. 1904, S. 16. — Nouv. ann. de la constr. 1904, S. 26.
Die Wirkung des Teerens der Strafsen. Ann. des ponts et chaussées 1904 II. S. 252.
Zerstörender Einflufs des Teers und Petroleums auf die Mikroben des Strafsenmaterials. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1904, S. 641.
Gesellschaft zur Bekämpfung des Strafsenstaubes. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1904, S. 551.
Das Ölen der Strafsen in Kalifornien. Engng. rec. 1904, Bd. 50, S. 752 u. 780; Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1904, S. 1974; Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 3, 26, 43, 66, 87, 105, 288, 592.
Voiges, Die Westrumit-Besprengung und deren Erfolge. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 123 u. 143.
Das Ölen und Teeren von Chaussierungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 249 u. 266; Südd. Bauz. 1905, S. 138.
F. Drobny, Über Ölbesprengung von Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 440; Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1905, S. 447.
Versuche zur Staubbekämpfung in Frankreich durch Teerung und Ölung. Ann. des ponts et chaussées 1905 I. S. 201, III. S. 232, IV. S. 260; Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 43; 1906, S. 5, 24, 42, 63, 83 u. 105.
Versuche mit Westrumit in den Parkanlagen Chicago's. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 193.
Die zweckmäfsigsten Vorrichtungen zur Teerung der Strafsen und Wege in Frankreich. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 334.
Zur Frage der Staubbekämpfung durch Öl und Teer. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 377.
Ölung der Strafsen in Brooklyn. Engng. rec. 1906, Bd. 54, S. 152.
Das Ölen und Teeren fertiger Strafsen. Engng. rec. 1906, Bd. 54, S. 197.
Neuere Erfolge der Staubbekämpfung in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 392.

Verfahren von Prof. Dr. Büttner zur Verhinderung der Staubbildung auf Strafsen und Wegen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 393.
Ölteer zum Zweck der Staubbekämpfung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 472.
Hamm, Die Beseitigung des Strafsenstaubes. Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XXXVII, Heft 2.
Standutin von der Standut-Öl-Comp. Ed. Vollbehr in Dresden als Sprengmittel für Strafsen. Bauzeitung für Württemberg u. s. w. 1906, No. 47.
Teerung öffentlicher Wege in Wien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 699.
Über Teerungsversuche auf den Provinzialstrafsen in der Rheinprovinz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 711 u. 733; 1907, S. 9.

5. Strafsenunterhaltung und Verwaltung.

Egon Zöller, Die Strafsentechnik als Wissenschaft. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1883, S. 159.
Egon Zöller, Über Organisation der Strafsenunterhaltung und Verwaltung. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1884, S. 329, 339, 352.
Die provinzial- bezw. kommunalständische Wegebauverwaltung nach dem Stande von 1883. Zentralbl. d. Bauverw. 1884, S. 309.
Unterhaltung der Nachbarschaftsstrafsen in Württemberg. Deutsche Bauz. 1889, S. 502.
Das Dreirad im Dienste der Landstrafsenbeamten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 95.
Die Verwendung der Fahrräder im Strafsenaufsichtsdienste der Rheinischen Provinzialverwaltung. Deutsche Bauz. 1890, S. 161. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 281.
Die Unterhaltung der Kunststrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 315.
Ausbesserung und Unterhaltung der Strafsen in England. Engng. news 1890 II. S. 239. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 361, 376, 387.
Léon Durand-Claye, Notice sur l'entretien des chaussées d'empierrement par la méthode des rechargements généraux cylindrés. Ann. des ponts et chaussées 1891 II. S. 407.
Die Verwaltung der französischen Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 293; 1893, S. 233, 250, 265, 280, 299, 317.
Über die Herstellung und Unterhaltung von Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 149, 165.
Unterhaltungsweisen der württembergischen Staatsstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 547; 1893, S. 17.
Anlage und Unterhaltung der Landstrafsen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 65 u. 81.
Die Unterhaltungskosten der Landstrafsen. Deutsche Bauz. 1893, S. 39.
Über den Deckenbetrieb und das Flickverfahren bei Unterhaltung der Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 234.
Verwaltungsbericht der Königl. württemb. Ministerialabteilung für den Strafsen- und Wasserbau für 1891/92 u. 1892/93, I. Abt. Strafsenbauwesen. Stuttgart 1894.
Die Unterhaltung makadamisierter Strafsen in Schottland. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 40.
Unterhaltung von Kies- und Steinschlagwegen mittels Walzen. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1896, S. 508. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 449, 465.
Unterhaltung der württembergischen Staatsstrafsen von 1893 bis 1895 nach dem Verwaltungsbericht. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 363, 379, 395.
Unterhaltungsarbeiten der sächsischen Staatslandstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 285.
Gravenhorst, Messung der Abnutzung der Steinschlagbahnen und die Berechnung des Steinschlagbedarfs. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1897, S. 423.
Lieferungsbedingungen für die Beschotterung und Anweisung zur Untersuchung der Stärke der Schotterdecke auf den französischen Staatsstrafsen. Ann. des ponts et chaussées 1898 II. S. 292, 422.
Schaum, Unterhaltung der Provinzialstrafsen der Rheinprovinz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 49.
Gravenhorst, Das Instandhalten der Steinschlagbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 84.
Das Flicksystem als das vorteilhafteste für Makadam-Strafsen. Engng. news 1901, Bd. 45, S. 411.
Das Flicksystem von Feddersen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 33, 84, 100, 469.
Dietrich, Das Besprengen chaussierter Strafsen mit Roh-Petroleum. Deutsche Bauz. 1902, S. 143; vergl. auch Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902. S. 15 u. Schweiz. Bauz. 1902 I. S. 62.
G. Freiherr v. Rotenhan, Bau und Unterhaltung der Distriktstrafsen in Bayern. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 223, 241, 256, 273 u. Bauing.-Zeitg. 1902, S. 173, 192.

Wahrnehmungen über die Erhaltung von Schotterstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 132.
Verwaltungsbericht der Königl. Württemb. Ministerialabteilung für den Strafsenbau für 1899/1900. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 212.
Strafsenunterhaltung und Verwaltung in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 280, 297.
Wann empfiehlt es sich, die Strafsen nach dem Deck- oder Walzsystem und wann nach dem Flicksystem zu unterhalten? Südd. Bauz. 1903, S. 252.
Völcker, Deck- oder Flicksystem? Südd. Bauz. 1905, S. 82.
Die Unterhaltung der Staatsstrafsen im Staate New York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 148.
Die Unterhaltung von Schotterstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 248.
Die Entwässerung und Unterhaltung von Erdstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 332.

II. Kapitel.

Städtische Strafsen.

Bearbeitet von

F. v. Laissle,

weiland Baudirektor, Professor a. D. in Stuttgart.

(Mit Tafel IX bis XII und 137 Textabbildungen.)

A. Allgemeines. Bebauungspläne.

§ 1. Anordnung der Strafsenzüge.

1. Allgemeines. Strafsenverkehr. Städtische Strafsen weisen einen mannigfaltigeren und stärkeren Verkehr auf, als Landstrafsen. Die Beschaffenheit der Strafsenoberfläche macht sich daher nicht nur für den Verkehr selbst, sondern auch für die Anwohner fühlbar und mufs deshalb eine sorgfältigere Befestigung der Fahrbahn Platz greifen, namentlich mit Rücksicht darauf, dafs die Reinigung der Strafsenfläche mit Leichtigkeit und ohne zu grofse Belästigung der Anwohner und Vorübergehenden auszuführen ist. Bei städtischen Strafsen mufs sodann auf den Fufsgängerverkehr gröfsere Rücksicht genommen werden, als bei Landstrafsen, es sind die Fufswege in solcher Weise von der Fahrbahn getrennt anzulegen, dafs die Fufsgänger keine Gefahr laufen, von dem Fuhrverkehr belästigt zu werden. In manchen Strafsen treten zum Fuhrverkehr noch Strafsenbahnen hinzu, welche in passender Weise im Strafsenplanum unterzubringen sind. In neuester Zeit wird sogar gefordert und auch angestrebt, dafs besondere Wegstreifen für Radfahrer freigehalten werden sollen.

Was nun den Verkehr auf städtischen Strafsen anbelangt, so ist er im allgemeinen gröfser, als auf Landstrafsen: während ein Verkehr von 1000 Zugtieren für den Tag nur bei wenigen Landstrafsen vorkommt (s. S. 121) und Verkehrsgröfsen von 3000 und mehr Zugtieren nur auf wenigen an das Stadtgebiet sich anschliefsenden Vorortstrafsen beobachtet wurden (s. S. 121), zeigen einzelne Hauptstrafsen der Städte viel lebhafteren Verkehr, so die Strafsen des in der City in London[1]) gelegenen Strafsenzuges Cheapside-Newgatestreet-Holborn 10000 bis 14000 Fuhrwerke und 45000 bis 100000 Fufsgänger in 24 Stunden.

Vom Verkehr in Berliner Strafsen[2]) möge angeführt werden, dafs der Verkehr im Jahre 1891 betrug:

Ecke Friedrichstrafse-Unter den Linden	13479	Fuhrwerke und	120016	Fufsgänger.
Potsdamer Platz	17368	„ „	87266	„

[1]) Löwe, Strafsenbau, S. 431; auch Kemman, Der Verkehr Londons. Berlin 1892.

[2]) Löwe, Strafsenbau, S. 430.

In Paris[3]) sind im Jahre 1877 auf den inneren Boulevards und der Rivolistrafse Verkehrsmengen von 11000 bis 19000 Fuhrwerken im Tage beobachtet worden; genauere Angaben über den Verkehr daselbst enthält ein Vortrag von Wegebauinspektor Meyer in Kopenhagen[4]), worin auch Beobachtungen zu verschiedenen Stunden des Tages aufgeführt sind. Hiernach sind im Jahre 1881 auf dem Boulevard des Italiens in den Mittagsstunden 1600 Fuhrwerke in der Stunde, in der Avenue du Bois de Boulogne sogar 3000 Fuhrwerke beobachtet worden. Die oben angegebenen Verkehrszahlen können als Ausnahmen bezeichnet werden, einen richtigeren Mafsstab geben die Angaben für Frankfurter Strafsen:[5]) Zeil und Rofsmarkt 6000, Kaiserstrafse 4800, grofse Bockenheimerstrafse 3400, Ober- und Untermainbrücke 2500, Darmstädter Landstrafse 1900 Fuhrwerke im Tag, so dafs wir unter der Annahme, dafs die meisten Fuhrwerke zweispännig sind, etwa 4000 bis 10000 Zugtiere für den Tag annehmen können.

Für die Verkehrsstrafsen kleinerer Städte sind die Zahlen jedenfalls kleiner, leider fehlt es an Beobachtungen hierüber; wir werden für die Verkehrsstrafsen kleinerer Städte wohl 1000 bis 3000 Zugtiere, für Bau- oder Wohnstrafsen 200 bis 300 Zugtiere auf den Tag annehmen können.

Die bezüglichen Verkehrszahlen können nun insofern von Wert sein, als einmal hiervon die Unterhaltungskosten der Strafsen abhängen, indem letztere mit zunehmendem Verkehr wachsen müssen, im weiteren hängt von der Verkehrsmenge und namentlich von ihrem Stundengröfstwert die Strafsenbreite ab, wir werden deshalb unten (im § 2 und 12) hierauf zurückkommen. Im voraus mag aber bemerkt werden, dafs bei städtischen Strafsen so wenig wie bei Landstrafsen die Unterhaltungskosten einfach mit der Verkehrsmenge wachsen und dafs es in zweiter Linie sehr grofse Schwierigkeiten hat, von der Verkehrsgröfse auf die Strafsenbreite zu schliefsen, da der Verkehr sich nicht gleichförmig vollzieht, die Fuhrwerke verschiedene Geschwindigkeit zeigen, und die meist in den belebteren Strafsen liegenden Strafsenbahnen den Fuhrverkehr wesentlich beeinflussen, auch bei neu anzulegenden Strafsen die zu erwartende Verkehrsmenge nicht annähernd bekannt ist.

Bei der Bemessung der Strafsenbreite ist zu unterscheiden zwischen dem Abstand der Fluchtlinien der Gebäude (die Baulinien) und dem Abstand der Strafsenränder; Fluchtlinie und Strafsenrand fallen nicht notwendig zusammen, obgleich das sehr häufig zutrifft. Liegt die Gebäudeflucht hinter dem Strafsenrand, so bleibt vor dem Gebäude ein freier Raum, der in der Benutzung des Hauseigentümers liegt und zu den mannigfachsten Zwecken ausgenützt werden kann, bei Privatgebäuden zu Vorgärten, als Zugang zu den Unter- und Kellergeschossen, zum Aufstellen von Verkaufsständen oder zu ähnlichen Benutzungen, bei öffentlichen Gebäuden als Vorplatz oder als Gartenanlage. Es ist hierbei nicht nötig, dafs die Gebäude sämtlich in gleichem Abstand von der Strafsengrenze angeordnet sind, aber es erscheint angezeigt, eine gewisse Grenze festzustellen, damit, wenn Verkehrsrücksichten es notwendig machen sollten, eine Erbreiterung der Strafse durch Zuziehung der Vorgärten oder eines Teiles derselben möglich wird.

Bildet die Baulinie zugleich den Strafsenrand, so wird namentlich in älteren Städten die Strafsenflucht sehr häufig eine unregelmäfsige Linie bilden, mit aus- und

[3]) Ann. des ponts et chaussées 1877, II. S. 291.

[4]) Deutsche Bauz. 1890, S. 384, Mitteilungen von Dehnhardt.

[5]) Dehnhardt, Die Strafsenverhältnisse in Frankfurt. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 485.

einspringenden Winkeln, häufig sogar mit vorstehenden Häuserecken. In diesem Fall ist es nun durchaus notwendig, dafs die Grenzlinie zwischen Strafsenfahrbahn und Fufsweg ohne Rücksicht auf die Häuserflucht in flüssigen Linien, in Kurven oder besser in geraden Linien mit Abrundung durch flache Kurven gezogen wird, da dies für den Fuhrverkehr dringendes Bedürfnis ist. Die Fufswege erhalten hierdurch unter Umständen ungleiche Breiten, was nicht schadet, wenn die Unterschiede nicht zu grofs sind. Nur vorstehende Hausecken sind schädlich, weil hier der Verkehr plötzlich von der breiten Fläche auf eine schmale verwiesen wird, was bei starkem Fufsgängerverkehr sehr störend wirkt. Die einspringenden Ecken ergeben dabei Veranlassung zur Ablagerung von allerlei Unrat, und sollte in solchen Fällen wenigstens durch Ortsstatut darauf hingewirkt werden, dafs bei Neubauten diese vor- und einspringenden Ecken verschwinden. Wenn deshalb von Strafsenrichtung (oder Strafsenbreite) gesprochen wird, so sind dreierlei Linien zu unterscheiden: die Häuserflucht, die Eigentumsgrenze und die Fufswegrandsteine; die Entfernung und Richtung der letzteren ist für den eigentlichen Fuhrwerksverkehr mafsgebend, da meist auch die Strafsenbahnen innerhalb dieser Linien liegen.

Ein weiterer wichtiger Punkt betrifft die Entwässerung des Strafsenplanums; diese wird mit Rücksicht auf die Sicherheit und Bequemlichkeit des Verkehrs auf der Strafse, und von der Strafse zu den Gebäuden durch flache Kandel gebildet, welche zwischen der Fahrbahn und den erhöhten Fufswegen liegen, keinenfalls durch Gräben, weil diese eine Gefahr für den Verkehr bieten würden. Von diesen Kandeln aus gelangt das Wasser in unterirdische Kanäle, welche meist so tief angelegt sind, dafs sie auch das Abwasser der Gebäude, Hofräume und Keller aufnehmen können, so dafs diese Abwasser gar nicht auf die Strafse gelangen.

Aufser den Entwässerungskanälen sind unter den Strafsen auch die Versorgungsnetze für Wasser und Gas, sowie für Versorgung der Gebäude mit elektrischer Kraft, für den Telephonverkehr u. s. w. unterzubringen; wir werden die hierfür nötigen Einrichtungen im § 12 besprechen.

Ebenso wichtig wie die Anordnungen für den Verkehr, oder eigentlich noch wichtiger, ist die Ausnutzung des städtischen Geländes zu Bauzwecken, und die Einteilung der Bauquartiere. Der grofse Wert des Grundeigentums weist darauf hin die Breite der Strafsen möglichst einzuschränken, auch die Strafsen nicht zu nah zusammenzulegen, weil sonst die Kosten der Bauplätze sehr hoch werden. Sowohl die Bequemlichkeit des Verkehrs, als auch die gute Ausnutzung des Baugeländes müssen daher sorgfältig gegeneinander abgewogen werden.

Es kommen aber noch hinzu die Anforderungen der Gesundheitspflege, insofern dafür gesorgt werden mufs, dafs Licht und Luft überall in die Gebäude eindringen können, dafs die Sonne möglichst gleichmäfsig allen an der Strafse errichteten Gebäuden zukommt, dafs durch Baumpflanzungen in den Strafsen und durch Platzanlagen, die eine entsprechende Bepflanzung erhalten, auch für die Annehmlichkeit der Anwohner gesorgt ist. Derartige Anlagen wirken einer zu dichten Bebauung des Grundes und Bodens entgegen, sie müssen deshalb häufig gegen den Willen der beteiligten Grundbesitzer durchgesetzt werden.

Die Verteilung der Sonne auf die Strafsenseite der Gebäude hängt von der Orientierung der Strafse ab, in Strafsenzügen, welche die Richtung Nord-Süd aufweisen, erhalten beide Strafsenseiten die Sonnenstrahlen auf gleiche Zeitdauer, um so ungünstiger gestalten sich aber die Verhältnisse für die senkrecht schneidenden Querstrafsen, welche Ost-West verlaufen, indem eine Häuserreihe ganz im Schatten liegt,

bei der anderen die Lichtzuführung durch den Schlagschatten der gegenüberliegenden Gebäude beeinträchtigt wird. Es wird deshalb wohl auch die Regel aufgestellt, die Strafsen Nord-Ost nach Süd-West und Nord-West nach Süd-Ost anzulegen, um eine gleichmäfsige Verteilung der Sonne zu erreichen.[6]) Diese Verhältnisse werden in Wirklichkeit wohl nur selten ausschlaggebend bei Wahl der Orientierung neuer Strafsenlinien sein, da meist andere Verhältnisse — Richtung des Tales, vorhandene Verkehrswege, Eigentumsgrenzen u. s. w. — ihren Einflufs ausüben werden. Die Nachteile, die sich dabei ergeben, müssen dann in den Kauf genommen werden.

In amerikanischen Städten, wo infolge der meist ebenen Lage des Geländes und der Anwendung der senkrecht sich schneidenden Strafsen, für das ganze Strafsennetz noch am ehesten die Auswahl der Orientierung in Frage kam, ist die Orientierung mehrfach genau Nord-Süd, so in Washington, Chicago, Buffalo u. s. w., in anderen Städten, z. B. in Baltimore und Philadelphia, verläuft sie wenigstens annähernd in dieser Richtung. In New-York war die allgemeine Richtung der Längsachse der Manhattan-Insel mafsgebend, welcher die Verkehrsstrafsen (Avenues) angepafst sind. Die Richtung ist deshalb nicht genau Süd-Nord, sondern weicht gegen Osten ab. Die eigentlichen Wohnstrafsen mufsten dann die Orientierung angenähert West-Ost erhalten. In deutschen Städten sind durchgehend gleichmäfsige Orientierungen der Strafsen selten zu finden; die in ihrem älteren Teil nach dem Rechtecksystem angelegte Stadt Mannheim zeigt ungefähr die Orientierung Süd-West nach Nord-Ost.

Auch Schönheitsrücksichten dürfen bei städtischen Strafsenanlagen nicht aufser acht gelassen werden. Sehr unschön wirken zunächst zu lange in gerader Linie angelegte Strafsenzüge; es kann häufig dieser Übelstand ohne Kosten dadurch vermieden werden, dafs man die Strafsenzüge bricht, wodurch in manchen Fällen ein besseres Anschmiegen an die Unregelmäfsigkeiten des Geländes erreicht werden kann. Auch kann dadurch Abwechselung geschaffen werden, dafs man die Querprofile der Strafse in den einzelnen Strecken verschieden ausbildet, was namentlich bei Prachtstrafsen mit mehrfacher Teilung des Strafsenplanums leicht zu erreichen ist. Namentlich aber können architektonische Wirkungen leicht durch Anlage von Plätzen erreicht werden, indem man aufser den für Verkehrszwecke nötigen Platzanlagen (Marktplätze u. s. w.) auch besondere Plätze bildet, die vorzugsweise den Zweck haben, gröfsere öffentliche Bauwerke hervorzuheben (architektonische Plätze) oder welche mehr für die Erholung zu dienen haben (Squares, Parkanlagen u. s. w). Wir behandeln diese Parkanlagen in § 3.

Auf die Erzielung malerischer Wirkungen bei Ausführung neuer Städteanlagen oder Bebauung der Strafsen überhaupt wird in neuester Zeit von den Architekten der gröfste Wert gelegt; es wird von diesen, meist nicht mit Unrecht, schwerer Tadel darüber ausgesprochen, dafs durch unzweckmäfsige Gestaltung des Strafsennetzes bei neuen Stadtanlagen in den letzten Jahrzehnten die architektonische Ausbildung der Bauwerke unmöglich geworden und dafs manches schöne, aus mittelalterlicher Zeit vorhandene Städtebild durch das Bestreben, die Strafsenzüge schablonenhaft umzugestalten, verloren gegangen sei.

So sehr man nun das Bestreben der Architekten unterstützen wird, schöne Städtebilder zu schaffen, so wird doch der mit dem Bau städtischer Strafsen beschäftigte Ingenieur seinen Einflufs auf die Ausbildung des Strafsennetzes nicht dem Verlangen der Architekten ohne weiteres unterordnen dürfen, sondern der Ingenieur mufs

---

[6]) Baumeister, Städtisches Strafsenwesen. Berlin 1890. S. 15 u. 16.

darauf bestehen, dafs bei Festlegung der Strafsenzüge in erster Linie Verkehrsrücksichten mafsgebend sind, dafs vor allem darauf Rücksicht zu nehmen ist, dafs der Strafsenverkehr sich sicher und bequem vollziehen kann und erst in zweiter Linie die Rücksicht auf architektonische Ausgestaltung mafsgebend sein kann.

Die Hilfsmittel, welche unsere Städtebaumeister in neuester Zeit vorschlagen, um schöne Städtebilder zu ermöglichen, sind nun der Reihe nach etwa folgende:

a) Gekrümmte Strafsen. Statt, wie seither üblich, die Strafsenfluchten als gerade Linien auszubilden, sollen dieselben nach mehr oder weniger stark gekrümmten Linien gezogen werden, was den Vorteil bietet, dafs beim Eintritt in die Strafse sofort die eine Strafsenseite auf gröfsere Längenerstreckung überblickt werden kann und nicht nur einzelne Gebäude nach und nach hervortreten. Wie schon oben bemerkt, ist es in bergigem Gelände, wenn eine Strafse entlang eines steilen Hanges geführt werden soll, im Interesse des Kostenaufwandes, für die Herstellung der Strafse angezeigt, sie in flachen Kurven den Unregelmäfsigkeiten des Geländes anzupassen, die hierdurch notwendig werdende Verlängerung des zu durchfahrenden Weges kommt kaum in Betracht, auch der Ingenieur wird solche Lösungen als schön und zweckmäfsig bezeichnen müssen.

In ebenem Gelände sind gekrümmte Strafsen, und zwar für Verkehrsstrafsen und Wohnstrafsen, angezeigt, wenn die Strafsenzüge sehr lang sind, ferner wenn aus älterer Zeit stammende Verbindungswege vorhanden sind, deren Fläche für die neue Strafse Verwendung findet, und aufserdem der Vorteil für die Anlieger erreicht wird, dafs sie, ohne fremdes Eigentum zukaufen zu müssen, unmittelbar neben der Strafse Bauplätze erhalten.

Wenn dagegen ohne zwingenden Grund in ebenem Gelände die Strafsen absichtlich in Kurven gezogen werden, nur damit dieselben krumm sind, so ist dies als erzwungene Künstelei zu bezeichnen; man möge sich nicht auf die Pläne unserer aus dem Mittelalter stammenden Städte berufen, da die Unregelmäfsigkeit der Strafsenzüge damals nicht in erster Linie aus ästhetischen Rücksichten entstanden ist. In der Jetztzeit brauchen wir Strafsen, in denen man sich leicht zurecht findet und die für den Verkehr bequem sind.

b) Veränderungen in der Breite einer Strafse. Diese sind nur da angezeigt, wo andere Strafsenzüge seitlich einmünden, die einen Teil des Verkehrs aufnehmen. Zwischen diesen Anschlufsstrafsen fehlt aber jeder Grund, die Strafsenbreite zu verändern. Am unzweckmäfsigsten erscheint die Verengerung einer Strafse durch Herstellung einspringender Ecken (s. Abb. 1). Bei einmündenden Querstrafsen fällt dies weniger auf, kann auch durch die Fufswege ausgeglichen werden (s. Abb. 2). Wenn die Häuserfluchtlinien mit den Strafsengrenzen nicht zusammenfallen, stören die einspringenden Winkel den Verkehr nicht, wenn die Strafsengrenze unabhängig von den Häuserfronten in flüssigen Linien durchgeführt wird (s. oben S. 206).

c) Fluchtlinienverschiebungen (s. Abb. 3). Diese unterbrechen die Einförmigkeit langer, gerader Strafsenzüge und können dem Architekten Veranlassung geben zu künstlerischer Ausbildung der vorstehenden Gebäude-Ecken. Für den Strafsenverkehr sind aber diese Anordnungen stets schädlich. Der Durchblick in der Fahrrichtung ist gehindert, Wagen- und Fufsgängerverkehr erschwert und wird es wohl richtig sein, wenn man derartige Anordnungen als unzulässig erklärt, es wäre denn, dafs ganz besondere Verhältnisse, schon vorhandene Gebäude oder schwierig zu beseitigende Eigentumsverhältnisse die Verschiebung verlangen. Am wenigsten störend

wirkt eine solche, wenn sie an eine quer durchschneidende Strafse verlegt wird, vorausgesetzt, dafs das Mafs der Verschiebung nur klein ist, so dafs das Fuhrwerk nicht zu kleine Halbmesser zu durchfahren hat (s. Abb. 4).

Abb. 1. *Verengerung einer Strafse.*

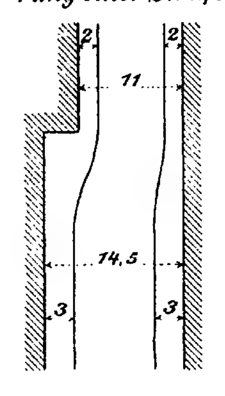


Abb. 2. *Verengerung an einer Strafseneinmündung.*

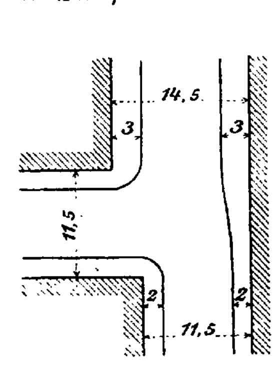


Abb. 3. *Fluchtverschiebung.*

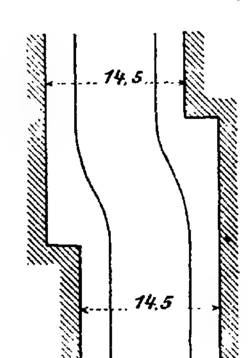
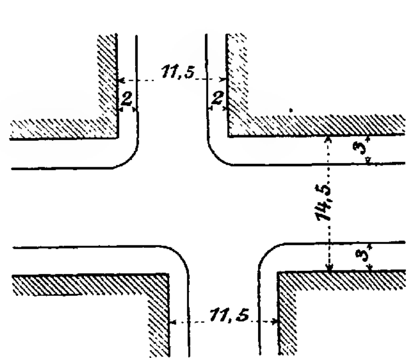
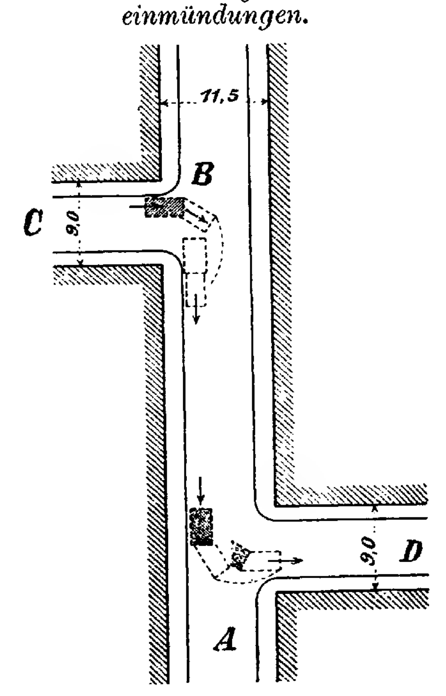


Abb. 4. *Verschiebung von Strafseneinmündungen.*



d) Verrückung der Strafseneinmündungen. Eine solche wird in neuester Zeit von manchen Strafsenbaumeistern (Architekten) empfohlen, um mehr Abwechslung in die Gebäudefronten zu bringen und es wird sogar namhaft gemacht, dafs diese Anordnung für den Verkehr sicherer sei, als die Durchschneidung, weil bei letzterer Gefahr vorliege, dafs die Fuhrwerke leichter zusammenstofsen, als wenn die Einfahrt von der Seitenstrafse (und ebenso die Ausfahrt) tangential geschehe. Diese Behauptung ist indessen durchaus unrichtig. Der von der Seitenstrafse in die Hauptstrafse in gerader Linie einfahrende Fuhrmann übersieht doch, ob die Durchfahrt für ihn frei ist, die Gefahrstrecke ist klein, nämlich nur Wagenlänge + Strafsenbreite, ein Raum, der in wenigen Sekunden (10 bis 15) durchfahren werden kann und nur so lange ist ein Zusammenstofs möglich. Bei gegeneinander verschobenen Einmündungen von Querstrafsen kommt aber zur Gefahrstrecke noch die Länge AB hinzu (s. Abb. 5), wobei noch weiter zu berücksichtigen ist, dafs der einfahrende Wagen nicht einfach dem Fufswegrand folgen kann, sondern weit in die Hauptstrafse hinein ausbiegen mufs, namentlich wenn es sich um Landfuhrwerk handelt, das nur einen kleinen Drehwinkel hat (s. S. 12). Der Verkehr in der Hauptstrafse ist auf gröfsere Länge (bezw. Zeit) gehemmt, als bei senkrechter Durchschneidung.

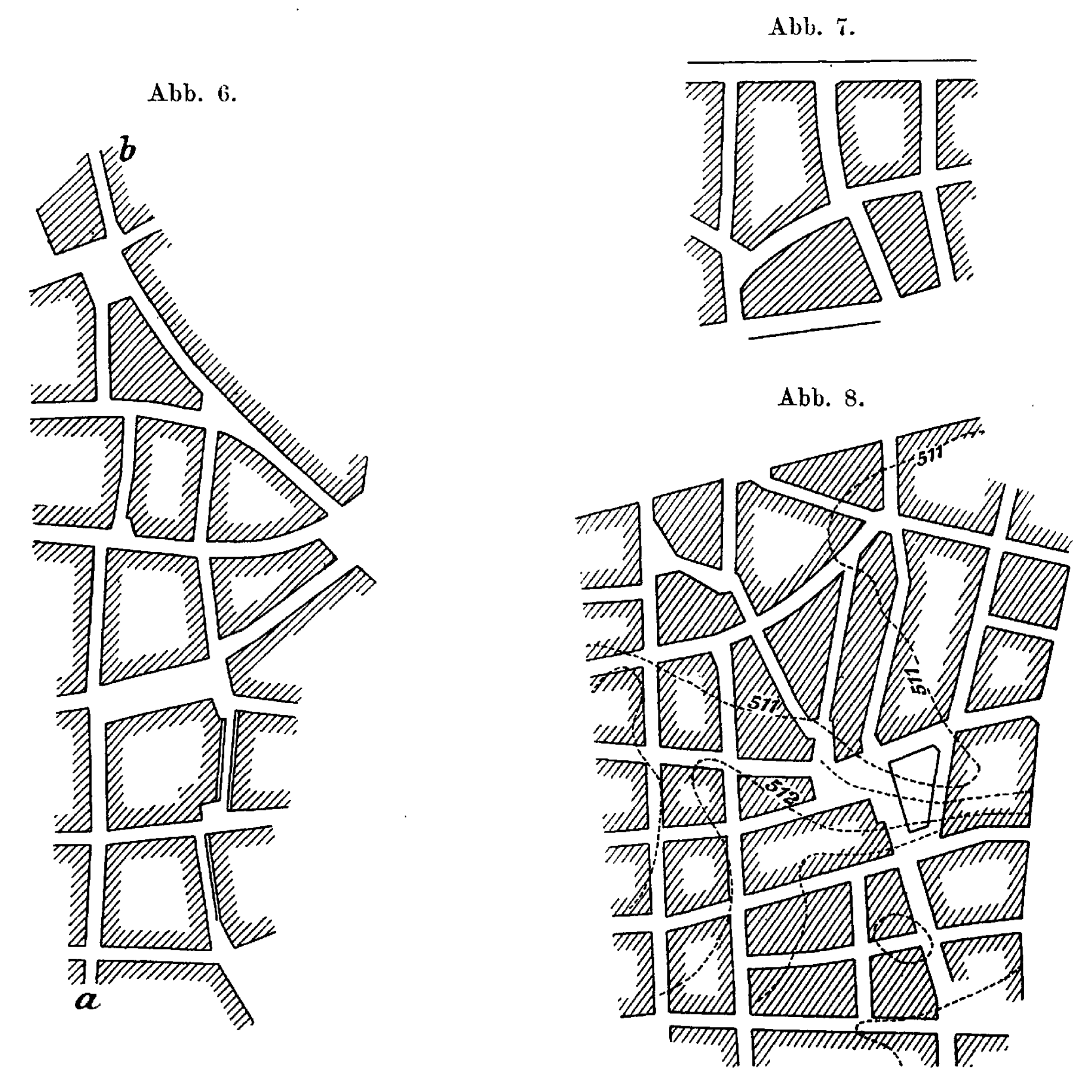
Abb. 5. *Verrückung der Strafseneinmündungen.*



Liegt die Strafse AB (s. Abb. 5) auf einem Höhenrücken, so dafs die einmündenden Strafsen (CB und DA) beide gegen die Strafse AB ansteigen, so fällt die Störung für den Verkehr weg, da von beiden Seiten her langsam gefahren wird. In diesem Fall scheint eine seitliche Verschiebung der Strafseneinmündung aus Schönheitsrücksichten gerechtfertigt, weil bei senkrechter Durchschneidung durch eine langgestreckte Strafse das Strafsenbild ein unschönes wird. Dem Herankommenden scheint zunächst die Strafse auf der Höhe zu endigen und erst im Weiterschreiten werden nach und nach Teile der auf der Rückseite der Anhöhe an der Strafse stehenden Gebäude sichtbar.

Auch die Durchkreuzung zweier Straſsenbahnlinien geschieht am besten mittels einer Durchschneidung, nicht mit Hilfe tangentialer Einmündung. Letztere erfordert zwei Weichen, welche in Anschaffung und Unterhaltung teurer, auch nicht gefahrlos sind. Die Gefahrstrecke ist viel länger als bei einfacher Durchschneidung. Wenn deshalb in Abb. 5 in der Straſse AB ein Trambahngleis liegt, und nach der Richtung CD eine Bahn ausgeführt werden soll, so liegen die Straſsen C und D sehr unzweckmäſsig und ist dies mit der Grund, die Verschiebung einmündender Querstraſsen im Interesse der Bequemlichkeit und Betriebssicherheit möglichst zu vermeiden.

Abb. 6 bis 8. *Beispiele aus dem neuen Stadtplan von München.*



Wie die, nach Maſsgabe der von manchen Architekten angestrebten, unter a) bis d) besprochenen Unregelmäſsigkeiten bei Anlage der Stadtpläne wirken, möge aus den Abb. 6 bis 8 ermessen werden, die dem neuen Stadtplan von München entnommen sind. Bei Abb. 6 ist die Straſse ab viel zu häufig gebrochen, die Übersicht ist, wenn nicht unmöglich, so doch unnötig eingeschränkt. Bei Abb. 7 und 8 geht aber die Übersicht vollständig verloren und kann man, namentlich bei den Straſsenanordnungen der Abb. 8, sich in dem Straſsengewirr nicht mehr zurechtfinden. Man wird deshalb die letztgenannten Beispiele nicht als Muster für Stadtanlagen empfehlen können.

Die nach obigem von neueren Städtebauern gewünschte Gestaltung der Straſsenzüge behufs Erzielung architektonischer Wirkungen wird deshalb mit groſser Vorsicht

anzuwenden sein, und wären die bezüglichen Vorschläge der Architekten jedenfalls seitens des Ingenieurs von Fall zu Fall genau zu prüfen. Derartige Anlagen sind unbedingt auf Stadtteile zu beschränken, welche fern vom lebhaften Verkehr gelegen sind und voraussichtlich für alle Zeiten nur der Benutzung als ausschliefsliche Wohnviertel unterliegen. Aber auch hier mögen diese Hilfsmittel mafsvoll in Anwendung kommen, damit sie nicht den Eindruck des Gesuchten, des Gekünstelten machen, und damit nicht in späterer Zeit wieder unnötiger Aufwand gemacht werden mufs, um leicht übersichtliche, für den Verkehr brauchbare Strafsenlinien zu schaffen. Die Schönheit eines Stadtbauplanes liegt gewifs nicht darin, dafs wir die Regellosigkeit unserer alten, aus dem Mittelalter stammenden Stadtteile ohne weiteres nachahmen, welche wohl in den seltensten Fällen im Interesse der Schaffung architektonischer Effekte erfolgt ist.

Beim Wettbewerb für die Aufstellung eines Stadtbauplanes für einen Teil von Potsdam[7]) sind nur solche Pläne mit Preisen bedacht worden, bei welchen krumme Strafsen, Strafsenverschiebungen u. s. w. nur insoweit angewendet sind, als die Verhältnisse es notwendig verlangt haben.

2. Richtung der Strafsenzüge. Die Feststellung der Richtung neuer städtischer Strafsen kann in Frage kommen bei Stadterweiterungen und bei der Verbesserung des Strafsennetzes bestehender Stadtteile, wenn infolge Häufung des Verkehrs in den engen krummen Strafsen, wie ältere Städte sie so häufig bieten, Erbreiterung der bestehenden, oder Durchbruch neuer Strafsenlinien zur gebieterischen Notwendigkeit geworden ist. Als leitender Grundsatz bei Anlagen dieser Art mufs nun offenbar der gelten, für die Hauptrichtungen des Verkehrs möglichst bequem verlaufende, von schroffen Richtungsänderungen freie Verbindungen zu schaffen, und hieran das übrige Strafsennetz so anzuschliefsen, dafs der örtliche Verkehr die Hauptverkehrsadern leicht erreichen kann. Bei den Nebenstrafsen (Wohnstrafsen) ist aber die Rücksicht auf zweckmäfsige Benutzung des Baugeländes in erster Linie ins Auge zu fassen. Wir erhalten somit eine naturgemäfse Einteilung in Hauptstrafsen, als deren Hauptzweck die Erleichterung des Verkehrs gilt, und Bau- oder Wohnstrafsen, welche vorzugsweise die Ausnutzung des Baugeländes ermöglichen sollen. In erster Beziehung sind als Hauptverkehrsrichtungen zu bezeichnen die Strafsenzüge vom Mittelpunkt der Stadt nach den umliegenden Ortschaften, sodann die Verbindung der Hauptpunkte der Stadt untereinander, wie Bahnhöfe, Marktplätze, wichtige öffentliche Gebäude u. s. w. Im einzelnen Fall werden diese Hauptstrafsenrichtungen sich leicht bestimmen lassen, meist sind sie schon vorhanden und ist nur ihre Umgestaltung in der Art erforderlich, dafs sie den Anforderungen einer mit Gebäuden zu besetzenden Strafse besser entsprechen. Viel weiterer Spielraum ist gegeben bezüglich der Nebenstrafsen, es kann der Natur der Sache nach nicht verlangt werden, dafs von jedem wichtigeren Gebäude der Stadt zu jedem anderen eine gerade Verbindung vorhanden sei, es genügt vollständig, wenn ein in der allgemeinen Richtung der beiden Endpunkte liegender, von der Geraden nicht zu sehr abweichender Strafsenzug vorhanden ist, welcher von beiden Punkten leicht erreicht werden kann. Es wird vorzugsweise darauf ankommen, die Strafsenzüge der Nebenstrafsen oder Wohnstrafsen dem Gelände und den bestehenden Eigentumsgrenzen so anzupassen, dafs sich brauchbare Bauplätze ergeben, wie die verschiedenen Anforderungen für Wohngebäude, Fabrikanlagen oder öffentliche Gebäude es verlangen.

---

[7]) Siehe: Th. Goedke u. C. Sitte, Der Städtebau. Heft 5, 1905.

Am besten für Gebäude jeder Art eignet sich nun der rechteckige Grundrifs, somit werden für Wohnstrafsen im allgemeinen annähernd rechtwinkelige Kreuzungen anzustreben sein. Kann man durch kleine Abweichungen vom Rechteck sich dem Gelände besser anpassen, so ist dies ohne Bedenken zulässig, es werden hierdurch aufser der Kostenersparnis häufig noch Vorteile für den Verkehr erreicht. Scharfe, spitze oder stumpfe Winkel eignen sich weniger gut, lassen sich aber mit einigem architektonischen Scharfsinn unschwer überwinden und oft zu malerischen Strafsenperspektiven verwerten; man kann auch öfter durch Anlegung gekrümmter Strafsenstrecken zu scharfe spitzwinkelige Kreuzungen vermeiden.

Verkehrsstrafsen und Wohnstrafsen bilden in ihrer Gesamtheit ein Strafsennetz, das je nach den Gesichtspunkten, die bei Anlage einer Stadt mafsgebend waren, ein verschiedenes Gepräge erhält. Bei einem grofsen Teil unserer älteren Städte mangelt meist jedes System, bei neueren Städten und einzelnen Stadterweiterungen lassen sich die folgenden Systeme unterscheiden, die mehr oder weniger vollständig durchgebildet erscheinen:[8])

a) Das Rechtecksystem. Sämtliche Strafsen schneiden sich unter annähernd rechten Winkeln, so dafs als Baublöcke entweder Quadrate oder Rechtecke sich bilden. Nach diesem System angelegt sind viele amerikanische Städte, ebenso vielfache Erweiterungsanlagen deutscher Städte und selbst ganze Stadtanlagen (Mannheim). Dieses System entspricht den oben ausgesprochenen Grundsätzen keineswegs, denn den Bedürfnissen bequemen Verkehrs, welcher nur in seltenen Fällen auf die zwei vorhandenen Strafsenrichtungen sich beschränken wird, ist nicht Rechnung getragen, es sind wohl Baustrafsen, aber keine Verkehrsstrafsen vorhanden, die Umwege für den Verkehr zwischen zwei Orten, die in der Diagonale der Bauquadrate liegen, sind sehr erheblich, auch in ästhetischer Beziehung ist das System wegen seiner Gleichförmigkeit und Langweiligkeit zu tadeln. An natürlichen Hindernissen, Flufsläufen, Bergabhängen u. s. w. wird das System unorganisch unterbrochen, wie das Beispiel der Stadt Mannheim zeigt. Der Mangel an Hauptverkehrsrichtungen läfst den Unterschied zwischen Haupt- und Nebenstrafsen nicht hervortreten und so fällt es schwer, sich in den ganz gleich aussehenden Strafsen zurechtzufinden.

Das Rechtecksystem ist, wie schon erwähnt, in deutlichster Weise bei den meisten amerikanischen Städten zur Anwendung gelangt, teilweise in reiner Durchführung (Denver, Saltlake City, Chicago), teilweise mit der Abänderung, dafs bei zu unregelmäfsiger Form des Geländes einzelne Teile des Netzes gegen die anderen um passende Winkel gedreht sind (Philadelphia, Brooklyn, San Franzisko). Der Grund der Auswahl des Systems liegt einerseits darin, dafs die meisten grofsen amerikanischen Städte in der Ebene liegen, sodann in der grofsen Raschheit, mit der diese Städte gebaut wurden, so dafs man sich nicht die Zeit nahm, zweckmäfsigere Stadtpläne auszuarbeiten. Das System hat den allerdings sehr zweifelhaften Vorteil, dafs bei notwendig sich zeigender Vergröfserung der Städte einfach die vorhandenen Strafsenlinien verlängert und die Querstrafsen parallel den vorhandenen gelegt zu werden brauchen. Am passendsten erscheint es noch in New-York für die schmale (etwa 3 **km** breite und 21 **km** lange) Manhattan-Insel. Von der südlichen unregelmäfsig überbauten Inselspitze (dem Geschäftsviertel) ziehen sich etwa 11 Verkehrsstrafsen (Avenues) der Länge der Insel nach durch, und senkrecht zu diesen die Strafsen No. 11 bis 155, welche mit kleinen Ausnahmen ganz regelmäfsig gezogen sind. Da der Hauptverkehr zum Geschäftsviertel hindrängt und in den Avenues mehrere Tram- und Lokomotivbahnen *(Elevated railways)* liegen, so ist trotz der Rechteckteilung für den Verkehr genügend gesorgt, besonders, da aufserdem der Broadway in diagonaler Richtung die Stadt durchzieht. Viel unzweckmäfsiger gestaltet sich diese Anordnung in Städten auf unebenem Gelände, wie San Franzisko, Tacoma u. a.: Längs- und Querstrafsen überschreiten hier Berg und Tal, die Steigungen erreichen bis

[8]) Baumeister, Städtisches Strafsenwesen. Berlin 1890. S. 16 u. ff.

20 %, das Befahren dieser steilen Strafsen ist für gewöhnliches Fuhrwerk kaum noch möglich, Trambahnen können der Natur der Sache nach nur als Kabelbahnen angelegt werden Es ist bedauerlich, dafs man nicht zur rechten Zeit das bei den vorliegenden örtlichen Verhältnissen unpassende System verlassen hat.[9]) Eine Ausnahme von der Regel macht die Stadt Washington, welche aufser der Quadratteilung noch ein System von Diagonalstrafsen aufweist (s. unten S. 216).

Auch die russischen Städte zeigen vielfach das reine Rechtecksystem, so namentlich Nikolajew. Es ist hier der weitere Fehler gemacht worden, dafs die Strafsen viel zu breit sind, so dafs es unmöglich ist, die Geldmittel zu vollständiger Befestigung der Strafsenfläche aufzubringen. Die schmalsten Strafsen von Nikolajew sind 12 Faden = 25,5 breit, die Hauptstrafse 35 Faden = 74,6 m.

In neuerer Zeit wird von den Städtebaumeistern das Rechtecksystem ganz verworfen und wird zuzugeben sein, dafs bei gröfseren Städteanlagen dieses System nicht zu empfehlen ist, da ein gefälliges und abwechselungsvolles Stadtbild sich nicht erreichen läfst, auch den Bequemlichkeiten des Verkehrs nicht durchaus Rechnung getragen ist. Dagegen wird das System ganz passend sein für langgestreckte, in schmalen Tälern liegende Stadtanlagen, wo nur eine Verkehrsrichtung — diejenige des Talwegs — vorhanden ist, wobei einige wenige Längsstrafsen parallel der Talrichtung anzulegen sind, die durch kurze, senkrecht zum Tal angelegte Querstrafsen verbunden werden.

Auch für kleinere Stadtteile zwischen Verkehrsstrafsen oder für abgelegene Wohnplätze aufserhalb des Verkehrs, wie Arbeiterviertel, endlich auch für gröfsere Fabrikanlagen kann das Rechtecksystem in zweckmäfsiger Weise Anwendung finden. Ich halte dasselbe immer noch für besser, als die Anlage gekrümmter, mit Abkröpfungen und sonstigen Unregelmäfsigkeiten versehenen Wohnstrafsen, in denen man sich nicht zurechtfindet und deren Unregelmäfsigkeiten eben den Stempel des Gesuchten tragen.

Dem Rechtecksystem steht das natürliche System gegenüber, welches in erster Linie die Verkehrsrücksichten ins Auge fafst, indem die Verkehrsmittelpunkte durch möglichst kurze Strafsenzüge miteinander in Verbindung gesetzt werden. Hierher gehört das Dreiecksystem, das Radialsystem und das Diagonalsystem, welche für sich oder in Verbindung miteinander oder auch in Verbindung mit dem Rechtecksystem in Anwendung kommen können.

b) Beim Dreiecksystem, als dem einfachsten natürlichen Plansystem, werden zunächst die Hauptverkehrsmittelpunkte durch möglichst gerade Strafsenzüge miteinander verbunden, wodurch im allgemeinen ein System von Dreiecken oder auch von Vierecken gebildet wird. Die Wohnstrafsen werden sodann zwischen den Hauptstrafsen am einfachsten nach dem Rechtecksystem eingelegt, wobei entweder jedes einzelne Dreieck für sich behandelt wird, so dafs die Wohnstrafsen an den Hauptstrafsen endigen, oder man läfst die Nebenstrafsen durch mehrere Dreiecke durchgehen, wobei nur zur Verminderung sehr spitzer Winkel die Wohnstrafsen an den Hauptstrafsen gebrochen, oder auch die Wohnstrafsen teilweise in gekrümmten Linien gezogen werden. Die einzelnen Dreieckseiten der Hauptstrafsenzüge brauchen nicht in gerader Richtung sich einander anzuschliefsen, es sollen nur die Bruchwinkel nicht zu stark sein, so dafs kein zu grofser Umweg für die Hauptverkehrslinien entsteht. Schräge Strafsenecken sind hierbei nicht zu vermeiden, das System wird somit bezüglich der Bebauung mehr Schwierigkeiten bieten, als das Rechtecksystem.

c) Das Radialsystem. Während das Dreiecksystem vorzugsweise der Bedingung. die einzelnen Verkehrsmittelpunkte einer Stadt miteinander in unmittelbare Verbindung zu

---

[9]) Ob die im April 1906 erfolgte teilweise Zerstörung der Stadt San Franzisko Veranlassung zur Änderung der Strafsenzüge geben wird oder kann, wird sich erst nach erfolgtem Neuaufbau zeigen.

setzen, gerecht wird, können wir ein anderes natürliches System, das vorzugsweise die Verbindung der Stadt mit der Umgebung berücksichtigt, als Radialsystem bezeichnen, indem hier die eigentlichen Verkehrsstrafsen durch ein Strahlenbüschel, das vom Mittelpunkt der Stadt ausgeht, vertreten sind. Diese Anordnung allein würde aber wieder ein mangelhaftes System darstellen, es ist noch eine Verbindung der Verkehrsmittelpunkte der Stadt unter sich nötig, und diese wird erreicht durch Ringstrafsen, die in passenden Abständen angebracht, die Verbindung zwischen den einzelnen Strahlen herstellen. Diese Ringstrafsen haben dann noch den weiteren Zweck, die nach dem Mittelpunkt der Stadt führenden Strahlen zu entlasten, beispielsweise den Frachtverkehr von einer Stadthälfte zur anderen oder auch Trambahnen u. s. w. aufzunehmen, so dafs die Strafsen im Mittelpunkt selbst mehr den örtlichen Verkehr, als den durchgehenden zu bewältigen haben. Der Ausbau der Baublöcke ergibt sich hier sehr leicht, indem die Ringstrafsen sich mit den Radialstrafsen unter annähernd rechten Winkeln schneiden. Am besten eignet sich dieses System für Stadterweiterungen; die vom Kern der Stadt ausgehenden Strahlen sind durch die Richtung von der Stadt zu den nächstgelegenen Orten bestimmt, als Ringstrafse ergibt sich häufig die Grenze des alten Stadtkerns namentlich dann, wenn die Stadt früher mit Befestigungen versehen war, die nach jetzigen Verhältnissen entbehrlich sind; eine zweite oder noch weitere Ringstrafsen können parallel dieser in Abständen von rund 200 m angelegt und die Baublöcke dem Innern entsprechend mehr oder weniger willkürlich eingeteilt werden.

d) Das Diagonalsystem hat wie das Dreiecksystem den Zweck, kurze Verbindungsstrafsen für die Richtungen des Hauptverkehrs zu schaffen; es kann beim Dreiecksystem nötig werden, wenn grofse, sich bildende Vierecke für den Durchgangsverkehr zu grofse Umwege bieten. Es eignet sich aber namentlich für das Radialsystem, um weit voneinander entfernte Ringstrafsen auf kürzestem Wege in einer zu den Halbmessern schrägen Richtung miteinander zu verbinden, indem man in die vorhandenen Rechtecke (Sektoren) nach einer oder nach beiden Richtungen schräg verlaufende Strafsen einlegt.

Ganz ebenso kann das Diagonalsystem mit dem Rechtecksystem vereinigt werden, durch Einziehung durchgehender Diagonalstrafsen, die ohne Rücksicht auf die vorhandene Rechtecksteilung nach verschiedenen Richtungen den Stadtplan kreuzen. Es werden bei dieser Anordnung an den Schnitten der Diagonalen mit den Rechteckstrafsen viele zum Teil kleine Dreiecke gebildet, die sich zum Bebauen nicht mehr eignen, es ist dies aber insofern nicht von Nachteil, als diese Dreiecke zu hübschen gärtnerischen Anlagen ausgebildet werden können, welche passende Abwechselung in den Stadtplan hineinbringen (vergl. § 10).

Von den Städten, in welchen das natürliche System mit möglichster Berücksichtigung der Verkehrsrücksichten am meisten ausgebildet ist, mufs in erster Linie Paris genannt werden, und zwar gilt dies nicht nur von den äufseren, verhältnismäfsig neueren Stadtvierteln, sondern auch vom Innern der Stadt, welches durch zahlreiche Strafsendurchbrüche gegenüber früheren Zeiten eine ganz andere Gestalt angenommen hat.

Paris besitzt in seinen inneren und äufseren Boulevards zwei wenn auch nicht ganz regelmäfsige, so doch leicht verfolgbare Ringstrafsen, eine dritte ist durch eine die ganze Stadt umgebende Wallstrafse dargestellt.

Zahlreiche strahlenförmige Strafsenzüge, welche die Ringstrafse annähernd rechtwinkelig schneiden, vermitteln den Verkehr des Stadtinnern mit den Toren, aufserdem aber fehlt es nicht an zahlreichen Diagonalverbindungen zwischen den wichtigsten

Punkten der Stadt, welche häufig ohne alle Rücksicht auf die bestehenden Baublöcke in gerader Linie die Verbindung herstellen; so mag als Beispiel die Avenue de l'Opera namhaft gemacht werden, oder die Strafse Turbigo als Verbindung der Halles centrales mit dem Platze du Chateau d'eau. An einzelnen Punkten vereinigen sich eine grofse Zahl von Strahlen, so am Arc dc Triomphe deren 12, an dem eben genannten Place du Chateau d'eau deren 7 bis 8, ebenso am Bastilleplatz und Trocadero.

Bei der Unterabteilung der Bauquartiere kommen die verschiedenartigsten Anordnungen vor: Neben quadratischer Einteilung hat man häufig nicht verschmäht, in kleine Baublöcke oder Dreiecke weitere Diagonalen einzulegen (vergl. Abb. 9, Taf. IX), wenn für den Verkehr nach einzelnen Richtungen hierdurch Abkürzungen sich ergeben, so dafs man bei Paris wohl von einer Vorliebe für das Diagonalsystem sprechen kann.

Die Masse von dreieckigen Bauplätzen, die sich hierbei ergeben, haben die Pariser Architekten nicht gefürchtet, wie ein Blick auf den Stadtplan von Paris zeigt, in welchem nur wenige ganz rechteckige Baublöcke zu finden sind.

Eine ganz regelmäfsige (ideale) Verbindung des Diagonalsystems mit dem künstlichen System rechtwinkelig sich kreuzender Strafsen bietet der neue Stadtplan der Vergröfserung Strafsburgs. Der aus diesem entnommene, in Abb. 3, Taf. IX dargestellte Teil zeigt ein 700 m langes und 450 m breites, durch beide Diagonalen und die schmale Mittelachse als Verkehrslinien geteiltes Rechteck, welches durch weitere parallel und senkrecht zu den Seiten sich hinziehende Wohnstrafsen in passende Baublöcke abgeteilt ist. Mitte und Ecken sind als Verkehrsplätze ausgebildet, welche mit den angrenzenden Stadtgebieten die Verbindung vermitteln. Von dem in der Mitte angelegten Platze gehen strahlenförmig 12 Verkehrsstrafsen aus, welche mit den parallel den Rechteckseiten angelegten Strafsen passende Baublöcke bilden. Als ein Gegenstück hierzu kann in Paris der westlich von der Avenue du Roi liegende Stadtteil bezeichnet werden, andere ähnliche, wenn auch etwas weniger regelmäfsige Anordnungen lassen sich auf dem Pariser Strafsenplan noch mehrere auffinden.

Eine derartige Anlage zeigt noch die neuere Bebauung Antwerpens (s. Abb. 2, Taf. IX). Man sieht, dafs auch hier die Rücksicht auf Schaffung bequemer Verbindung der Hauptverkehrsmittelpunkte unter sich und mit der Altstadt in den Vordergrund gestellt ist und rechteckige Häuserblöcke die Ausnahme bilden.

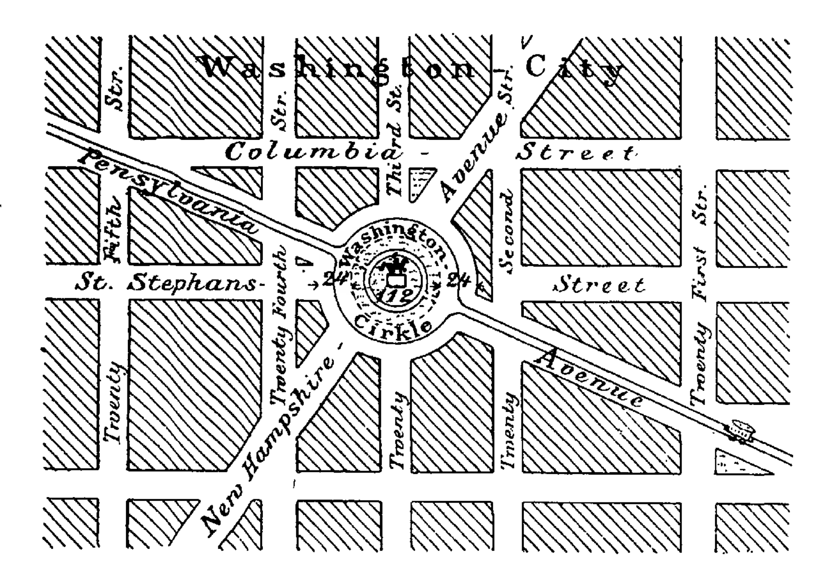
Als ein Beispiel der Anwendung von Ringstrafsen kann die Stadterweiterung von Köln angeführt werden. Die alte Stadt Köln bildet mit dem Rhein einen angenäherten Halbkreis, durch Verlegung der Festungswerke nach aufsen wurde ein die Stadt umgebender Ring von rund 600 m Breite für die Stadterweiterung frei, es lag daher in der Natur der Sache begründet, die neuere Stadt an die alte mittels einer, dem alten Festungsgraben folgenden Ringstrafse (Boulevard) anzuschliefsen, und die früher annähernd radial an der alten Wallstrafse endigenden Strafsen bis zur neuen Festungsgrenze zu verlängern. — Da nicht alle Radialstrafsen Tore im neuen Festungsgürtel nötig hatten oder erhielten, so fehlt es auch an Diagonalstrafsen nicht, wie der zwischen Hahnentor und Friesentor liegende Stadtteil zeigt (vergl. Abb. 1, Taf. IX).

An Ringstrafsen besitzt Paris 3, Wien und Pest je 2. In Pest ist die zweite Ringstrafse, welche von der ersten die Altstadt umschliefsenden, rund 800 m entfernt ist, noch zu einer Zeit durch unregelmäfsige Stadtteile durchgebrochen worden, als die vorhandenen untergeordneten Gebäude noch die Anlage ohne zu grofse Kosten ermöglicht

haben. Es wäre für manche Grofsstädte erwünscht, dafs sie bei Zeiten mit Ausführung weiterer Ringe vorgehen würden.[10])

Eine Verbindung des Diagonalsystems mit dem Rechtecksystem zeigt die Stadt Washington (s. Abb. 9). Die Stadt ist beinahe in ganzer Ausdehnung nach dem reinen Rechtecksystem angelegt, das aber von mehrfachen Diagonalen durchzogen ist, welche die Rechtecke unter einem Winkel von rund 27° ($tg = 1/2$) durchschneiden. Die schrägen Schnitte sind an den Hauptkreuzungspunkten durch grössere Plätze mit Parkanlagen verdeckt, kleinere abgeschnittene nicht überbaubare Dreiecke mit kleinen Gartenanlagen versehen. Es gibt dies mit den vielen in den Strafsen stehenden Baumpflanzungen der Stadt ein sehr freundliches und vornehmes Ansehen, wie es keine andere amerikanische Stadt besitzt (vergl. auch Abb. 18, Taf. IX, wo ein gröfserer Teil der Stadt dargestellt ist).

Abb. 9. *Diagonalstrafsen in Washington.*



Diagonalstrafsen in Verbindung mit rechteckigen Blöcken, somit eine Vereinigung von Radialsystem und Dreiecksystem, wie Baumeister empfiehlt, dürfte als vollkommenste Lösung für eine Stadterweiterung anzusehen sein.[11])

3. Feststellung der Strafsenlinien für eine Stadterweiterung. Wenn es sich um Feststellung der Strafsen und Baublöcke für eine Stadterweiterung handelt, so ist aufser den oben namhaft gemachten Bedürfnissen für den Verkehr und die Bauplätze ein weiterer wichtiger Punkt zu berücksichtigen, nämlich die Eigentumsverhältnisse. Der in die Baulinie fallende Grund und Boden steigt im Wert, der zu Strafsen zu verwendende mufs entweder unentgeltlich, oder um verhältnismäfsig geringen Preis an die Stadtbehörde abgetreten werden, Grundstücke, die vom künftigen Strafsennetz nicht berührt werden, sind minderwertig, so dafs ein Erweiterungsplan für eine Stadt immer mehr oder weniger eine Verschiebung der Wertverhältnisse im Gefolge hat. Der über die Erweiterung auszuarbeitende Plan der Strafsen mufs deshalb den bestehenden Verhältnissen angepafst werden, indem man vorhandene Wege möglichst benutzt, um die Erwerbungen für das Strafsengelände zu beschränken; wo Wege nicht vorhanden sind, ist den Gewanngrenzen zu folgen, da das Abschneiden eines parallelen Streifens an der Grenze der Parzellen diese weniger entwertet, als ein Durchschnitt, und da ferner auf diese Weise den Grundstücken rechteckige Formen verbleiben, welche sie unmittelbar zu Bauplätzen verwandeln, ohne Zusammenlegungen oder Zukauf nötig zu machen.

Es läfst sich indessen häufig nicht vermeiden, dafs die neuen Strafsenzüge die Grundstücke in schräger Richtung schneiden, so dafs ohne Ausgleichung der Grundfläche zwischen den Nachbarn das Anbauen überhaupt unmöglich wird. Die Schwierigkeit läfst sich durch Zusammenlegung der einzelnen Grundstücke und Neueinteilung in recht-

[10]) Baumeister, Städtisches Strafsenwesen. S. 20.

[11]) Ebendaselbst.

eckige Formen erreichen, aber selten werden in einer Stadt die Güterbesitzer freiwillig zu solcher Zusammenlegung zu vereinigen sein, der Entwurf kann am Einspruch eines einzelnen scheitern. — Ein von Oberbürgermeister Adickes in Frankfurt a. M. in dieser Richtung vorgeschlagenes Gesetz hat bis jetzt eine Genehmigung nicht gefunden[12]) und es müssen deshalb bis auf weiteres derartige Zusammenlegungen dem freien Übereinkommen der Beteiligten überlassen werden, was allerdings die Folge hat, dafs es sehr lange ansteht, bis derartige Flächen zur Überbauung gelangen.[13])

Eine gröfsere Stadterweiterung entsteht auch nicht auf einmal, es können lange Jahre verstreichen, bis das Gelände vollständig überbaut ist. Im Anfang werden vorzugsweise einzelne Strafsen angebaut, in anderen entstehen nur da und dort einzelne Gebäude, viele Stellen bleiben längere Zeit ganz leer, im Laufe der Zeit wechseln die Bedürfnisse, Änderungen des Planes werden beantragt u. s. w. und deshalb tritt an die Stadtbehörden gleich von Anfang an die Frage heran, welche der neuen Strafsen zunächst auszuführen sind und welche auf spätere Zeit verschoben werden sollen. So wenig von einer Stadtbehörde verlangt werden kann, dafs sämtliche Strafsen eines Bebauungsplanes sofort ausgeführt werden, ehe eine gewisse Anzahl Baulustiger sich zur Herstellung von Gebäuden bereit erklärt hat, ebensowenig kann dem Baulustigen zugemutet werden, auf Herstellung der Strafsen zu warten, bis die meisten Gebäude der Strafsenlinie fertig sind und ihm somit auf lange Zeit hinaus ein erschwerter Verkehr auf nicht chaussierten oder halbvollendeten Strafsen angesonnen wird. Sobald also rege Baulust für eine Baulinie sich zeigt, sollte die Strafse in der ganzen Ausdehnung geebnet und chaussiert, und mit Fufswegen, Wasserabzugskanälen, Wasser- und Gasleitungen versehen werden.[14]) Andererseits aber wird man in solchen Teilen des Geländes, die zwar in den Erweiterungsplan einbezogen sind, aber für welche Baulustige fehlen, nicht nur die Strafsen nicht ausführen, sondern selbst im Plan nicht endgiltig festlegen, weil mit der Zeit andere Bedürfnisse sich geltend machen, die eine Abänderung der Strafsenzüge als wünschenswert erscheinen lassen.

Allen diesen Verhältnissen wird man gerecht, wenn man von Anfang an im Plan zunächst die Hauptverkehrsrichtungen nach dem Radial- oder Dreiecksystem festlegt und sofort ausführt, die eigentlichen Wohnstrafsen dagegen im Plane zwar auch feststellt, zu ihrer Ausführung aber erst schreitet, wenn rege Baulust sich zeigt. Man hält sich dann immer noch die Möglichkeit einer Abänderung des Planes bezüglich Abstand und Breite der mehr untergeordneten Strafsenzüge offen, ohne dafs das Plansystem geändert zu werden braucht.

Diesen Gesichtspunkten entsprechen die von der Versammlung des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine im Jahre 1874 in Berlin angenommenen Beschlüsse:

a) Das Entwerfen der Stadterweiterungen besteht wesentlich in der Feststellung der Grundlage aller Verkehrsmittel: Strafsen, Pferdebahnen, Dampfbahnen, Kanäle, die systematisch und deshalb in einer beträchtlichen Ausdehnung zu behandeln sind.

---

[12]) Siehe: Genzmer, Städtische Strafsen. Der städtische Tiefbau, Bd. I, Heft 2. Stuttgart 1900. S. 33.

[13]) Für die Zusammenlegung von Feldgrundstücken bestehen in mehreren Ländern Gesetze, in Württemberg kann eine solche ausgeführt werden, wenn mehr als die Hälfte der beteiligten Grundeigentümer zugestimmt hat und mehr als die Hälfte des Grundsteuerkapitals auf diese Mehrheit fällt (Feldbereinigungsgesetz von 1886, Art. 12). Auf Städte läfst sich aber ein derartiges Gesetz nicht ohne weiteres ausdehnen, da hier die Verhältnisse viel schwieriger liegen und dem einzelnen nicht ohne weiteres Zwangsmafsregeln auferlegt werden können.

[14]) Vergl. hierüber auch § 12.

b) Das Strafsennetz soll zunächst nur die Hauptlinien enthalten, wobei vorhandene Wege, sowie durch örtliche Umstände bestimmt vorgezeichnete Nebenlinien tunlichst zu berücksichtigen sind. Die untergeordnete Teilung ist je nach dem Bedürfnisse der nahen Zukunft vorzunehmen oder der Tätigkeit Baulustiger zu überlassen.

c) Die Gruppierung verschiedener Stadtteile soll durch geeignete Wahl der Lage und sonstiger eigenartiger Merkmale herbeigeführt werden, zwangsweise nur durch gesundheitliche Vorschriften über Gewerbe.

Aufser den Strafsen selbst ist auch auf die Anlage öffentlicher Plätze Bedacht zu nehmen, und zwar einerseits in den Knotenpunkten der Hauptverkehrslinien, andererseits an passenden Stellen seitlich des Hauptverkehrs zur Herstellung öffentlicher Anlagen. Namentlich letztere haben sich in grofsen Städten mit dichter Bevölkerung als grofses Bedürfnis erwiesen. Dieselben sind später nur mit grofsen Kosten zu beschaffen und mufs die Möglichkeit der Anlage solcher Plätze dadurch gesichert werden, dafs man passende Stellen mit Bauverbot belegt. (Näheres über Anlage von Plätzen s. § 3.)

Die oben schon angeführten, der neuesten Zeit angehörigen Stadterweiterungsbauten der Städte Strafsburg, und Köln werden den in obigen Beschlüssen niedergelegten Grundsätzen gerecht, und können diese als Muster für ähnliche Ausführungen bezeichnet werden. Einzelheiten dieser Anlagen werden später besprochen werden.

4. Anlage neuer Industrie-, Arbeiter- und Villenansiedelungen.

a) Allgemeines. Infolge der im Gebiet der Städte entstehenden hohen Preise von Grund und Boden kommt es häufig vor, dafs bestehende Fabriken, die sich vergröfsern sollten, ihre Anwesen verkaufen und sich mit den zugehörigen Arbeiterwohnungen in entfernteren Orten ankaufen, um geringere Bodenrente zu bezahlen, auch wohlfeilere Arbeitskräfte zur Verfügung zu haben. Es ist dies immer ein Verlust für die Grofsstadt, da ihr hierdurch grofse Steuerquellen entgehen, und kann dies bei Städten, die über eine grofse Gemarkung verfügen, oder sich durch Eingemeindungen in der Nähe der Stadt liegender kleinerer Orte neue Bauquartiere erschlossen haben, dadurch vermieden werden, dafs die Stadtgemeinde entfernt vom Mittelpunkte liegende Gelände zu Preisen, die nicht höher sind, als der Wert landwirtschaftlicher Grundstücke, erwirbt und diese Fläche für Fabrikansiedelungen bestimmt.

Bedingung für eine derartige Unternehmung wird nur sein, dafs das ausgewählte Gebiet durch passende Verbindungsstrafsen mit der Stadt und durch ein Gleis mit einem Vorortbahnhof verbunden wird. Die neue Stadtanlage kann nach anderen Grundsätzen angelegt werden, als eine Grofsstadt; sie bildet eine Filiale derselben und ist von der Grofsstadt vollständig unabhängig. Die Ausführung erfolgt am besten, soweit Fabrikanlagen, Arbeiterwohnungen und andere Wohngebäude überhaupt in Betracht kommen, durch eine Gesellschaft, die Herstellung von öffentlichen Gebäuden und der Hauptverkehrsstrafsen bleibt Sache der Stadtgemeinde.

Nach einer Abhandlung von A. Abendroth in Hannover[15]) über diesen Gegenstand soll eine solche Stadtanlage, welche sich den Namen Gartenstadt beilegen will, folgende Teile erhalten:

1. Im Mittelpunkte der Ansiedelung öffentliche Gebäude, Kirche, Schule,
2. einen Ring von Villen,
3. einen zweiten Ring zu besseren Wohnungen,
4. Wohn- und Geschäftshäuser, kleinere Werkstätten, Arbeiterwohnungen,
5. Fabriken, Lagerhäuser, Bahnhof.

---

15) Th. Goedke u. C. Sitte, Der Städtebau. 1905.

Je nach der Lage des neuen Stadtteils wird verschieden vorgegangen werden müssen, jedenfalls aber müssen die öffentlichen Gebäude an einer zur Stadt führenden Verkehrsstrafse liegen, sodann sämtliche Strafsen, welche voraussichtlich später zu Verkehrsstrafsen sich ausbilden, nach den Grundsätzen angelegt werden, welche oben (s. S. 205) für Verkehrsstrafsen als notwendig bezeichnet wurden, nämlich genügende Breite, annähernd gerade Richtung und passende Steigungen. Die übrigen Strafsen mögen nach beliebigem System ausgeführt werden, so dafs auch die Architekten zur Geltung kommen. Die Ausführung dieser Strafsen wird Sache der Gesellschaft sein, welche die Anlage der Ansiedelung besorgt; es wird aber darauf zu rechnen sein, dafs die Stadtgemeinde, wenn sie auch nicht Selbstunternehmer ist, die Strafsen später in Eigentum und Unterhaltung zu übernehmen hat, so dafs die Strafsenbefestigung, Anlage der Gehwege u. s. w. den für städtische Strafsen einzuhaltenden Grundsätzen entsprechen.

In ähnlicher Weise können auch neue Stadtteile entstehen, welche als Villenviertel anzusehen sind. Die Nähe eines Bahnhofes ist hierbei unnötig; es genügt auch bei gröfserer Entfernung von der Stadt die Anlage einer bequemen Verkehrsstrafse und einer Trambahn, die einzelnen Strafsen mit Ausnahme der Verkehrsstrafsen können nach landschaftlichen Rücksichten angelegt werden, auch die Ausführung der Strafsen braucht nicht der Ausführungsweise städtischer Strafsen zu entsprechen, obgleich auch hier Gehwege nicht fehlen sollten.

Die Breite der Strafsen, welche für derartige Stadtanlagen passend sind, wird später besprochen werden.

b) Beispiele. Einige Beispiele von Industrie- bezw. Villenvierteln oder Ansiedelungen seien hier angeführt:

Die Arbeiteransiedelung Ostheim, in einer Entfernung von rund 2 **km** von Stuttgart entfernt, noch auf Stuttgarter Markierung frei gelegen, ist im Jahre 1891 und den folgenden Jahren von der Gesellschaft für das Wohl der arbeitenden Klassen gebaut worden, die das nötige Gelände dazu angekauft hat. Die Kolonie ist von zwei Verkehrsstrafsen, dem Kanonenweg und der Rothenbergstrafse, begrenzt (s. Abb. 10, S. 220) und der Länge und Quere nach durch Privatstrafsen durchzogen, die vom Verein hergestellt sind und unterhalten werden. Die Häuser für die Arbeiter sind zweistöckig und enthalten 2 bis 3 Wohnungen. Am Hause liegen kleine Gärten. Die mittlere Gröfse des Bauplatzes für ein Gebäude beträgt rund 200 **qm**. Diese Häuser können von Arbeitern erworben werden. Aufserdem sind vom Verein noch einzelne gröfsere Gebäude (Eckhäuser u. s. w.) erstellt worden, welche für Kaufläden, Bäckereien u. s. w. Verwendung finden. Der Ansiedelung gegenüber ist von der Stadt noch eine Kirche und ein Schulhaus erbaut (s. den Plan der Abb. 10).

Besonders zu nennen sind sodann die von Krupp in Essen ausgeführten Arbeiterkolonien, welche teils im Innern der Stadt, teils aufserhalb des eigentlichen Stadtgebietes ausgeführt sind. Neben ganz regelmäfsigen Anlagen, ähnlich dem oben beschriebenen Ostheim, ist als solche auf unregelmäfsig begrenztem Gelände die Kolonie Altenhof (Invalidenwohnungen) zu nennen, von der ein Teil auf Abb. 11 (S. 220) dargestellt ist. Der unregelmäfsigen Beschaffenheit der Grenzen entsprechend, sind die Strafsen teils in Kurven, teils in gebrochenen Linien angelegt, so dafs eine malerische Gruppierung der Gebäude entsteht, ohne dafs die Übersichtlichkeit verloren geht, und ohne dafs Fluchtverschiebungen, Strafsenverschmälerungen und ähnliches zur Anwendung gekommen wäre.

Abb. 10. *Arbeiteransiedelung Ostheim.*

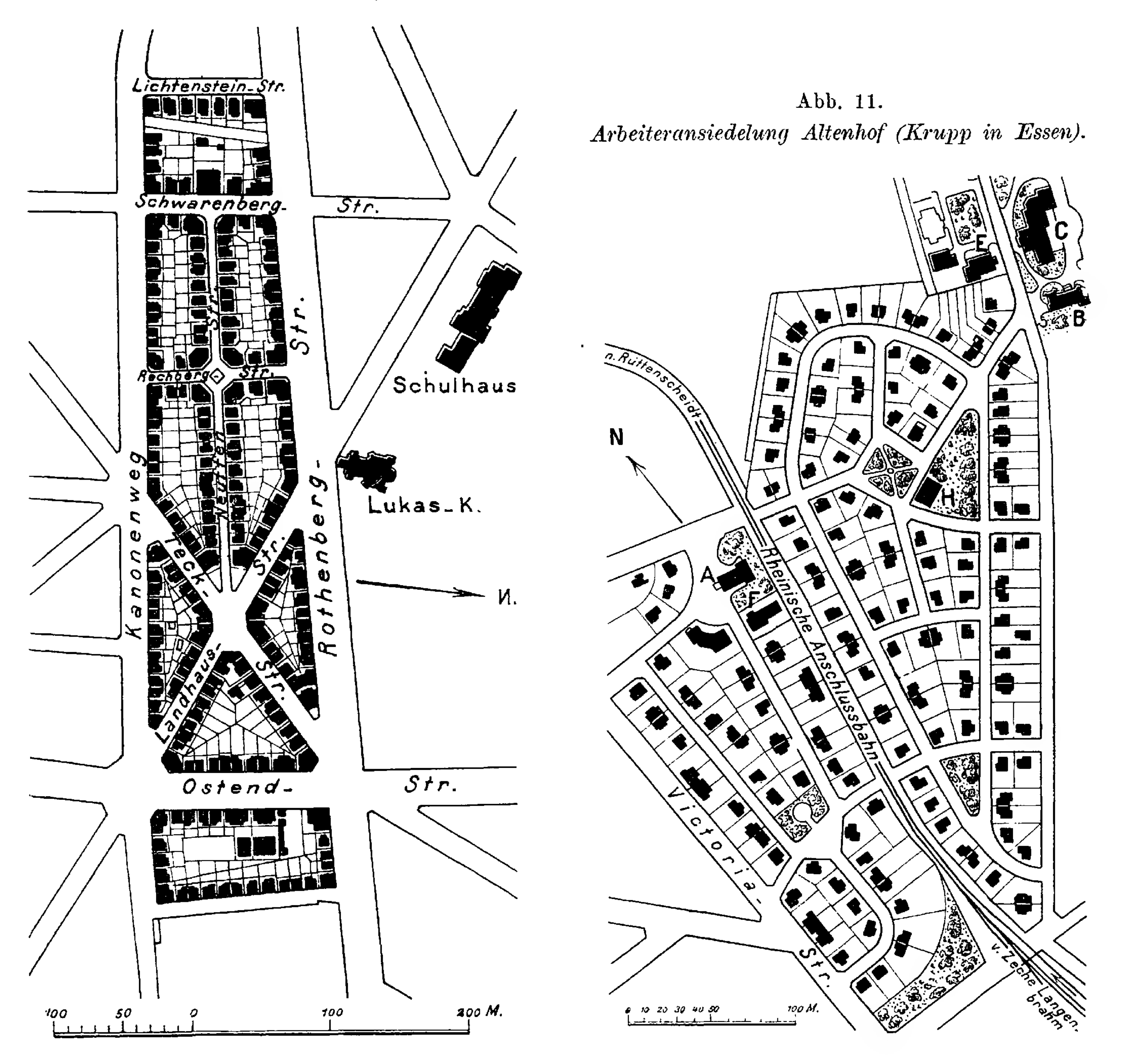


Abb. 11. *Arbeiteransiedelung Altenhof (Krupp in Essen).*

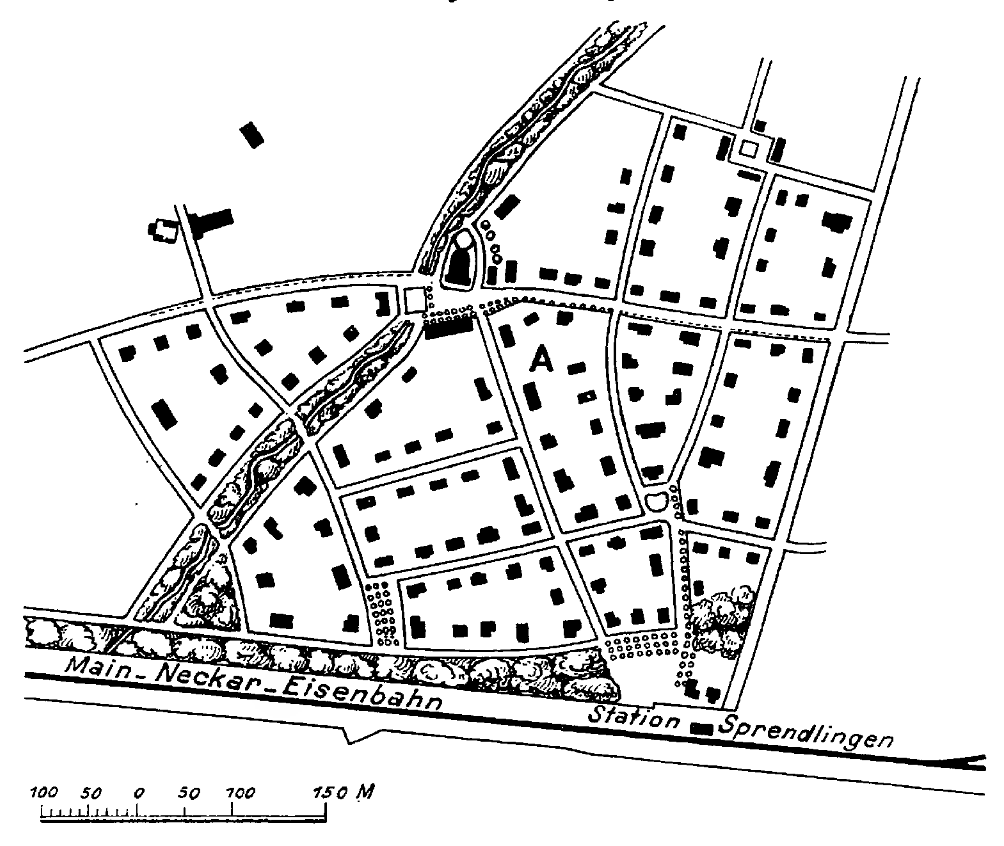
Da die Kolonie in einiger Entfernung von der Stadt Essen liegt, sind in und neben der Kolonie öffentliche Gebäude erstellt worden (s. Abb. 11): Bei *A* evangelische Kirche, *B* katholische Kapelle, *C* Erholungshaus, *E* Pfründhäuser, *F* Feuerwehrdepot, *H* Konsumanstalt. Die Kolonie ist in den Jahren 1893 bis 1900 erbaut worden. Die Gebäude sind teils Einzelwohnungen (82), teils Doppel- bis dreifache Wohnungen (5). Jedes Haus ist von einem kleinen Garten umgeben. Die mittlere Gröfse für eine Wohnung beträgt:

Haus und Garten	302,8 qm
Wege, Plätze und Anlagen	118,4 „
Summe der Feldgröfse für die Wohnung	421,2 qm

Die Villenansiedelung Buchschlag[16]), in waldiger Umgebung in einer Entfernung von etwa 15 Minuten Fahrzeit von Frankfurt a. M. liegend, ist gegenwärtig in Entstehung begriffen. Die Strafsen sind, wie Abb. 12 zeigt, annähernd in geraden

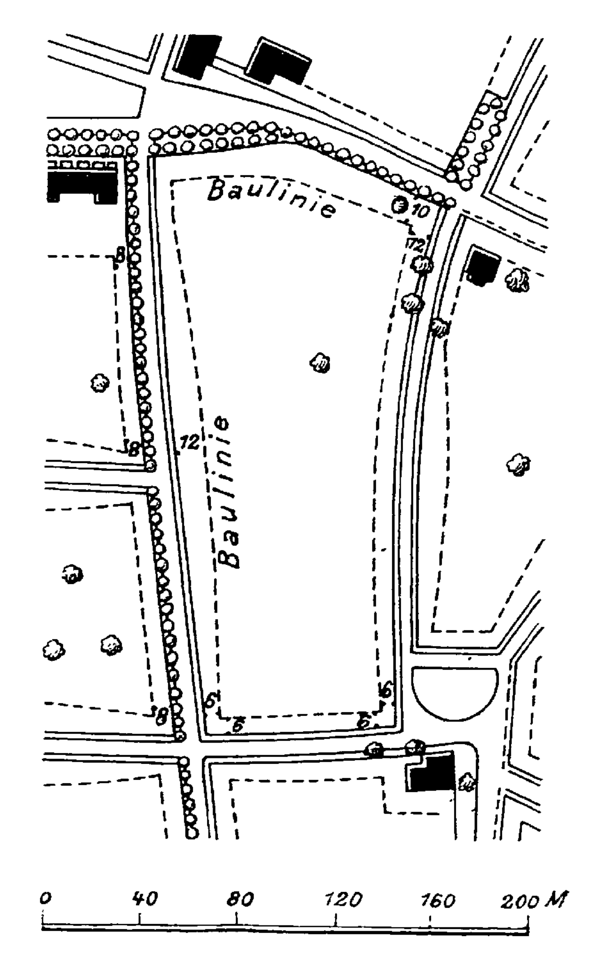
[16]) Th. Goedke u. C. Sitte, Der Städtebau. 1906, S. 39 (Architekt Pützer, Darmstadt).

Abb. 12. *Villenansiedelung Buchschlag bei Frankfurt a. M.*



Linien gezogen, einige öffentliche Gebäude (Kirche, Apotheke u. s. w.) liegen in der Kolonie verteilt. Die Häuser sind von der Strafsenflucht 8 bis 12 m zurückgerückt, und zwar in der Art, dafs die Häuserfluchten nicht parallel zur Strafsenflucht, sondern in flach gekrümmten Linien, wie Abb. 13 eines Teiles der Anlage zeigt, angelegt sind. Die Krümmung der Hausfluchten ist meist derjenigen der Strafse entgegengesetzt. Eine Haltestelle der Main-Neckar-Bahn liegt an einer Ecke der Anlage.

Abb. 13. *Fluchtlinien des Baublocks A.*



Die Bauplätze der Gebäude haben eine Gröfse von 1000 bezw. 2500 qm, die Fläche wurde zu dem geringen Preise von 1 M. für das Quadratmeter von der hessischen Domänenverwaltung an eine Genossenschaft abgegeben.

Über zweckmäfsige Breite der Strafsen, Gröfse der Baublöcke u. s. w. für Arbeiter- und Villenansiedelungen siehe § 2.

5. Einzelheiten der Richtungs- und Steigungsverhältnisse.

a) Die Richtung. Es ist schon oben in der Einleitung (s. S. 208) bemerkt worden, dafs die gerade Linie die naturgemäfseste Richtung für städtische Strafsen ist, und nur in den dort namhaft gemachten Fällen von ihr abgewichen werden soll. Die gerade Linie sieht vornehm aus, auch findet man sich in Stadtvierteln mit geraden Strafsen leichter zurecht.

Sehr lange gerade Linien erhalten allerdings ein langweiliges, unschönes Ansehen und sollten durch flach gebrochene Linien ersetzt werden.[17]) Als natürliche Bruchpunkte ergeben sich die Einmündung wichtiger Querstrafsen, auch liegt es nahe, die Visierbrüche der Strafsen, namentlich wenn sie konvexe Form haben, dadurch zu verdecken, dafs man an diesen Stellen die Strafsen auch im Lageplan bricht, genau wie man bei Eisenbahnen gern die Visierbrüche in Kurven verlegt, um sie weniger auffallend erscheinen zu lassen. Auch bei Benützung von Feldwegen, die selten in ganz geraden Linien verlaufen, werden solche Bruchpunkte sich von selbst aufdrängen (s. oben S. 208). Die Führung der Strafsen in gebrochenen Linien kann auch Veranlassung geben, die einzelnen Strafsenstrecken in verschiedener Weise auszubilden, um gröfsere Abwechselung in das Strafsenbild zu bringen, wie dies beispielsweise in sehr zweckmäfsiger Weise bei der grofsen Ringstrafse in Köln geschehen ist.

Als ein Beispiel gekrümmter Strafsen möge der Entwurf über die Bebauung der Gänsheide in Stuttgart angeführt werden (s. Abb. 4, Taf. IX). Die Strafsen der neuen Anlage sind fast durchaus in krummen Linien gezogen, entsprechend der bergigen, wechselnden Beschaffenheit des Geländes, wie solche aus den im Plane eingezeichneten Höhenkurven hervorgeht. Die zur Freiheit der Aussicht mit Bauverbot belegten Flächen sind im Plane weifs gelassen, die schon bebauten Flächen durch Schraffierung angedeutet.

b) Die Steigung städtischer Hauptstrafsen sollte entsprechend dem lebhafteren Verkehr im allgemeinen geringer angenommen werden, als diejenige der Strafsen im Freien; statt einer gröfsten Steigung von 5 und 6% wird sich eine solche von 4% empfehlen, für ebene Gegenden dürfte eine weitere Ermäfsigung angezeigt sein. Nicht einzuhalten braucht man aber diese Grenze für einfache Wohnstrafsen, es kann hier unbedenklich bis zu 8% gegangen werden. In älteren Stadtteilen mancher Städte kommen noch stärkere Steigungen vor, so in Stuttgart 10 bis 11%, allerdings auf kurze Strecken. In Altona haben einige Strafsen bis zu 16% Steigung, in Lausanne 17%, derartige Strafsen sind aber für das Fuhrwerk kaum mehr benutzbar. Bei neuen Anlagen sind solche Steigungen zu vermeiden; vergl. übrigens oben S. 212 die Angaben über Strafsen in San Franzisko, die infolge schlecht angeordneten Lageplans Steigungen bis zu 20% erhalten haben.

In sehr hügeligem Gelände Strafsen als Fufswege (Staffelstrafsen) anzulegen, hat dann keine Nachteile für den Verkehr, wenn die Möglichkeit vorliegt, den Baublock auf Umwegen mit einer für Fuhrwerke brauchbaren Steigung zu erreichen. Die Abb. 19 u. 20, Taf. IX zeigen eine solche Anlage in Stuttgart: die Hauptverkehrsstrafse, die Neckarstrafse, folgt der Richtung des Talwegs, der steile Abhang ist durch Verbindungsstrafsen, welche in schräger Richtung an ihm hinaufziehen, für Fuhrwerke erreichbar, die Fufsgänger benutzen aber die kürzeren, in der Richtung der stärksten Gefälle senkrecht zu der Verkehrsstrafse angelegten, nur durch Treppen zu überwindenden Querstrafsen.

Bei der Wichtigkeit, welche die Herstellung geringer Steigungen oder regelmäfsiger Richtungslinien überhaupt für städtische Strafsen hat, lassen sich häufig bedeutende Erdarbeiten nicht vermeiden, es kann daher der bei Strafsen im Freien angestrebte Grundsatz, Ausgleichung zwischen Auftrag und Abtrag zu haben, nicht eingehalten werden. Es ist dies nicht nur für die Strafsen selbst mit grofsen Kosten

---

[17]) Nach Genzmer, Tiefbau der Städte 1897, S. 45, soll eine Strafse nicht auf gröfsere Länge als das 25 fache der Breite gerade sein.

verknüpft, sondern noch in höherem Maſse für die anstoſsenden Baublöcke, da Erdarbeiten in gleicher Ausdehnung für das Baugelände nötig werden. Wenn es sich indessen um Hauptstraſsen handelt, so steht der Grund und Boden meist so hoch im Preise, daſs die Mehrausgabe für etwaige Abhebungen nicht stark ins Gewicht fällt. Zu beachten ist hierbei, daſs sehr hohe Auffüllungen infolge der dann erforderlichen tiefen Gründung der Gebäude oft ganz beträchtliche Mehrkosten verursachen, niedrige Auffüllungen von 2 bis 3 **m** Höhe sind aber vorteilhafter als Einschnitte, oder als das Zusammenfallen der Straſsenhöhe mit dem natürlichen Gelände, weil dann der Aushub für die Keller geringer ist.

Eine Schwierigkeit bei der Ausführung stark geneigter Straſsen ergibt sich an der Einmündung von Querstraſsen. Diese Einmündung sollte, wenn möglich, wagerecht liegen, um das Einfahren von der Hauptstraſse in die Querstraſse namentlich bei Schnee und Eis ungefährlich zu machen. Die in der Hauptstraſse hierdurch entstehenden Visierbrüche sehen aber bei starker Steigung derselben sehr schlecht aus, man begnügt sich daher gewöhnlich mit Ermäſsigung der Steigung an der Überschneidung auf etwa 2⁰/₀ (vergl. Abb. 6, Taf. XI). Die einmündende Straſse erhält dann allerdings ein schräg liegendes Querprofil, das aber nicht schadet und leicht auf Hauslänge wieder in das normale übergeführt werden kann.

6. Straſsendurchbrüche, Umbauten und Verbreiterungen werden in neuerer Zeit in alten Stadtteilen dadurch erforderlich, daſs für den Verkehr, der seither nur durch die krummen und engen Straſsen der Altstadt vermittelt wurde, kurze und leichte Verbindungen zwischen den einzelnen Stadtteilen geschaffen werden müssen, und daſs ferner zur Verbesserung der gesundheitlichen Verhältnisse die Straſsen erbreitert und mehr Licht und Luft in die eng bebauten Baublöcke der Altstadt hineingebracht werden muſs. Derartige Arbeiten gehören zu den schwierigsten Aufgaben nicht nur des entwerfenden Ingenieurs, sondern auch der Verwaltungsbehörde der Stadt, weil sie, wenn nicht zweckmäſsig in die Wege geleitet, meist mit ganz unverhältnismäſsigen Kosten verbunden sind. In den deutschen Staaten erhalten zwar die städtischen Behörden wohl nach erfolgter Genehmigung der betreffenden Straſsenanlagen durch die Staatsbehörde das Recht der Zwangsenteignung, jedoch nur gegen ausreichende Entschädigung der Beteiligten, so daſs die zu zahlenden Entschädigungen gewöhnlich viel höher ausfallen, als der Verkaufswert der der Stadt zufallenden und nach Verbreiterung der Straſse übrig bleibenden Bauplätze.[18]) Wenn deshalb für Herstellung eines Straſsendurchbruchs Gebäude zu erwerben sind, so erscheint es zweckmäſsiger, wenn die Stadtverwaltung eintretende Besitzveränderungen benutzt, sich durch freihändigen Ankauf in den Besitz der wichtigsten in Frage kommenden Gebäude zu setzen und erst dann die Ausführung in Angriff nimmt. Straſsenverbreiterungen wird man nicht sofort in Angriff nehmen, sondern abwarten, bis einzelne Hausbesitzer Umbauten vornehmen wollen, die dann nur unter der Bedingung des Zurücksetzens des Gebäudes auf die neue Baulinie genehmigt werden. Die Verbreiterung vollzieht sich dann langsam (Hochstraſse in Köln, Kärntnerstraſse in Wien), aber mit viel geringerer Ausgabe für die Stadtverwaltung.

In technischer Beziehung erscheint es schwierig, Regeln für derartige Arbeiten aufzustellen, man wird bei Straſsenverbreiterungen die Erweiterung auf diejenige Seite

---

[18]) In Stuttgart wurden für Verbreiterung der Tübingerstraſse bei der Einmündung in die Königstraſse nahezu 1000 M. f. d. qm der zur Straſsenverbreiterung nötigen Fläche aufgewendet.

zu verlegen haben, welche die geringwertigsten Gebäude enthält, oder dahin, wo nach Abschneidung der Strafsenverbreiterung noch genügende Tiefe für die Erstellung neuer Gebäude übrig bleibt. Bei Strafsendurchbrüchen wird man mit Rücksicht auf teuere Erwerbung einzelner Gebäude und zur Erlangung brauchbarer Strafsengefälle oft auf die gerade Linie und auf die kürzeste Entfernung verzichten müssen. Als ein Beispiel einer derartigen gut durchgeführten Abänderung möge die von Genzmer[19]) beschriebene Sanierung des Trödelviertels in Halle a./S. angeführt werden.

Bei Strafsenumbauten in der Altstadt kommt auch häufig die Hebung oder Senkung der Strafsenhöhenlage in Frage. Bei einer Senkung der Strafsenhöhe müssen einzelne Gebäude unterfangen werden, was sich meist, wenn auch mit hohen Kosten, erreichen läfst, schwieriger dagegen erscheinen Hebungen der Strafse, weil das untere Stockwerk, wenn nicht hohe Kellergeschosse vorhanden sind, unter die Strafsenoberfläche zu liegen kommt und dadurch unbewohnbar wird, so dafs vollständige Umbauten der Gebäude oder gar Neubauten nötig werden, weshalb derartige Ausführungen in gröfserer Ausdehnung meist nicht durchführbar sind. Die Hebung einzelner Gebäude wird in manchen Fällen wohl auch möglich sein, allerdings nicht in solchem Mafsstabe, wie es in Amerika häufig geschieht. Als Beispiel möge die Hebung eines Teils der Stadt Galveston angeführt werden, welche nötig wurde, weil die Stadt der Überschwemmung durch Sturmfluten des Meeres ausgesetzt war. Die einfache regelmäfsige Bauart der dortigen Gebäude erleichtert derartige Ausführungen; bei uns werden sie häufig nicht durchführbar sein. Hier in Stuttgart ist man gegenwärtig mit der Sanierung der Altstadt beschäftigt, dieselbe kann aber, da eine Hebung des ganzen Stadtteiles nicht möglich ist, nur unvollständig durchgeführt werden; man mufs sich damit begnügen, die steilen in die Altstadt herabführenden Strafsen, welche 8 bis 10 % Steigung haben, soweit zu verbessern, dafs die Steigungen auf etwa 6,5 % vermindert werden.

Die Hauptsache der Sanierung beschränkt sich darauf, dafs die Strafsen mehr gerade geführt und die den Hauptzugang zur Altstadt bildenden Strafsenzüge auf 11,0 **m** erbreitert werden.

§ 2. Strafsenbreiten, Gebäudehöhen und Blocktiefen.

1. Strafsenbreiten und Gebäudehöhen. Die Breite städtischer Strafsen ist teils von der Stärke des Verkehrs abhängig, teils davon, dafs die in der Strafse liegenden Gebäude genügend Licht und Luft erhalten. Gehen wir zunächst von Strafsen geringen Verkehrs aus, so ist wie für Landstrafsen die Breite der Fahrbahn dadurch bedingt, dafs zwei Fuhrwerke ungehindert nebeneinander verkehren können. Als geringstes Mafs hierfür haben wir im Kap. I, § 10 (S. 72) die Breite von 4,0 **m** gefunden, wobei indessen die Wagenräder den Rand des Fufsweges berühren und die Wagenkasten überstehen. Soll dies vermieden werden und noch ein seitlicher Spielraum von je 0,3 **m** und zwischen den Wagen 0,4 **m** vorhanden sein, so erhalten wir für die Breite der Fahrbahn:

$$b = 2 \cdot 0{,}3 + 3{,}0 + 1{,}8 + 0{,}4 = 5{,}8 \text{ m}.$$

Auf einer Strafse von 5,8 **m** Breite zwischen den Randsteinen kann eine Droschke noch umwenden, ein Landfuhrwerk erfordert aber 12 **m** (s. Kap. I, S. 60 u. 61).

Die Fufswege sind mindestens für zwei Personen einzurichten, somit wenigstens 1,4 **m** breit anzunehmen, so dafs die ganze Strafsenbreite sich zu 8,6 **m** oder rund 8,5 **m** ergibt[20]), ein Mafs, das für Wohnstrafsen ausreicht. Verkehrsreiche Strafsen werden

---

[19]) Genzmer, Die städtischen Strafsen. Stuttgart 1897. S. 43.

[20]) Vergl. Baumeister, Stadterweiterungen. Berlin 1876. S. 118.

breiter angelegt und zwar sowohl die Fahrbahn als auch die Fufswege; bezüglich der Fahrbahn mufs dafür gesorgt werden, dafs Raum zum Aufstellen von Wagen auf der Strafse, oder zum Vorfahren übrig bleibt. Eigentlich sollte die Breite der Strafse nach dem auf der Strafse zu erwartenden Verkehr berechnet werden, und zwar ist selbstverständlich nicht der mittlere, sondern der gröfste Verkehr mafsgebend. Aus Länge und Abstand der Fuhrwerke und deren Geschwindigkeit erhält man leicht die erforderliche Strafsenbreite, aber diese Rechnung hat insofern wenig Wert, als die Gröfse des Verkehrs nicht zum voraus bekannt ist.[21])

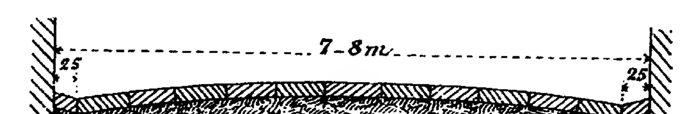
Ist der Verkehr auf einer Strafse bekannt (s. oben S. 204), so läfst sich die nötige Strafsenbreite folgendermafsen theoretisch ableiten[22]): Bezeichnet l die Wagenlänge einschliefslich Sicherheitsabstand, v die Geschwindigkeit in der Sekunde, so beträgt die Zahl der Wagen, welche in der Stunde sich hintereinander folgen können:

$$W = \frac{3600 \,.\, v}{l},$$

wenn wir somit die Wagenlänge zu 10 **m**, die Geschwindigkeit für Lastfuhrwerk = 1,2 **m** und für leichtes Fuhrwerk zu 1,8 **m** annehmen, so ergibt sich die Anzahl von Lastwagen zu 432, und von leichtem Fuhrwerk zu 648. Auf einer zwei Fahrbreiten, also rund 5 **m** betragenden Strafsenfahrbahn könnten somit in der Stunde in beiden Richtungen zusammen rund 800 Lastwagen oder 1200 raschgehende Fuhrwerke sich bewegen. Diese Zahlen bedürfen aber beträchtlicher Abminderung, da die Wagen nie in geschlossener Reihe sich folgen, da ein Vorfahren der einzelnen Wagen möglich sein mufs, da Stillstände aus verschiedenen Ursachen sich ergeben, und die Bestimmung der Anzahl von Fahrbreiten, welche für einen bestimmten Verkehr einer Strafse gegeben werden müssen, dürfte theoretisch nicht festzustellen sein.

Man kann sich deshalb nur an die Regeln halten, die in verschiedenen Städten für die Strafsenbreiten aufgestellt worden sind, es sind meist die Strafsen in Klassen von bestimmter Breite geteilt, für Nebenstrafsen ist ein geringstes Mafs vorgeschrieben. Dieses beträgt in vielen Städten 15,0 **m**, wohl mehr mit Rücksicht auf die Höhe der Gebäude, als aus Verkehrsrücksichten; in der württembergischen Bauordnung sind 11 **m** ausnahmsweise gestattet, in Mannheim 10 **m**, geringere Mafse kommen selten vor.

Abb. 14. *Via nuova in Genua.* M. 1 : 100.



Besonders enge Strafsen findet man in den älteren Teilen der oberitalienischen Städte, so haben viele Verkehrsstrafsen in Genua nur eine Breite von rund 3 **m**, die Hauptstrafsen — via nuova — höchstens von 8 **m** einschliefslich der Fufswege (s. Abb. 14). Es hängt dies mit dem Klima zusammen, insofern man möglichst schattige Strafsen erhalten wollte. In neuen Stadtteilen werden aber jetzt die Strafsenbreiten erheblich gröfser genommen.

Als Abstufungen der Strafsenbreiten sind festgesetzt:

in Bremen	10, 14, 18 **m**,	für Nebenstrafsen sind 9 **m** gestattet.
„ Mannheim . . .	10, 15, 25 **m**	
„ Wien	15, 19, 25 **m**	

Diese Abstufungen ohne Gestattung der Zwischenmafse sind dadurch gerechtfertigt, dafs die Fahrbahn einer Strafse für 2, 3, 4, also stets für eine ganze Anzahl von Fuhrwerken Platz geben soll. Rechnet man nach obigem für einen Wagen als

[21]) Über den Verkehr städtischer Strafsen vergl. § 1 (S. 204).

[22]) Vergl. Baumeister, Städtisches Strafsenwesen. Berlin 1890. S. 37.

Durchschnitt zwischen Luxuswagen und Frachtwagen 2,4 **m** und einen Abstand der Wagen von 0,4 **m**, so erhält man folgende Breiten für Fahrbahn und Strafsenbreite:

Fuhrwerke	Fahrbahn	Fufswege, beiderseits	Gesamtbreite.
2	5,8	4,2	10,0
3	8,6	5,9	14,5
4	11,4	7,6	19,0
5	14,2	9,3	23,5.

Es ist einleuchtend, dafs man den Verkehrsstrafsen eine gröfsere Breite geben wird, als den einfachen Wohnstrafsen, dafs man also für erstere etwa 20 bis 25 **m**, für letztere 15 **m** als passende Breite annehmen wird.

Was die Breite der Strafsen in Industrie- und Arbeitervierteln anbelangt, so ist man in den Abmessungen schon dadurch beschränkt, dafs durch zu grofse Breite der Aufwand für die Grunderwerbung sich erhöht, somit die Bodenrente wächst, da die Erwerbung des Strafsengeländes jedenfalls von der betreffenden Baugesellschaft zu tragen ist. Eine geringe Breite erscheint auch mit Rücksicht auf den geringen zu erwartenden Verkehr zulässig, andererseits wird nicht aufser acht zu lassen sein, dafs enge Strafsen, auch wenn die vorhandenen Gebäude nicht hoch sind, sehr unwohnlich erscheinen, dafs Licht- und Luftzutritt in genügendem Mafse gerade bei Wohngebäuden für Arbeiterfamilien notwendiges Erfordernis ist, und so sollte unter das Mafs von 15 **m** zwischen den Hausfluchten in keinem Fall herabgegangen werden. Meist wird es möglich sein, bei derartigen Anlagen vor den Gebäuden kleine Vorgärten anzulegen, so dafs das angegebene Mafs der reinen Strafsenbreite jedenfalls genügen wird, um den Gebäuden den nötigen Zugang von Luft und Licht zu schaffen. In dem vom Fabrikanten Gminder in Betzingen bei Reutlingen gebauten Arbeiterviertel beträgt die Strafsenbreite 12,5 **m**, wovon 6,5 **m** auf die Breite der Fahrstrafse zwischen den Randsteinen treffen, und der Gebäudeabstand 16 bis 18 **m**. In dem oben beschriebenen Arbeiterviertel Ostheim ist die Strafsenbreite 7,3 **m**, wovon 5,1 **m** auf die Fahrbahn, je 1,1 **m** auf die Fufswege treffen. Der Abstand der Gebäude beträgt 13,5 **m**. In Villenkolonien, wo es jedenfalls an Vorgärten nicht fehlt, kann die Strafsenbreite auf 9 **m** eingeschränkt werden, wovon 6 **m** auf die Fahrbahn kommen.

Die bei einer Stadterweiterung den Strafsen zu gebende Breite wird übrigens auch davon abhängen, ob in die Strafsenfläche Trambahnen einzulegen sind. Bei einspuriger Anlage der Trambahn ist als Fahrbahnbreite wenigstens 7,5 **m** anzunehmen, bei zweispuriger wenigstens 10 **m**, so dafs unter Zugrundelage einer Breite der Fufswege von $^1/_3$ der Fahrbahn (s. unten) sich im ersten Fall eine Strafsenbreite von wenigstens 12,5 **m**, im zweiten Fall von 16,7 **m** ergibt (vergl. hierüber auch Kap. III). Die weitere Rücksicht, Licht und Luft in die Strafsen einzulassen, wird dadurch erfüllt, dafs man für die Höhe der Gebäude eine Grenze vorschreibt, die von der Strafsenbreite abhängig ist, und zwar wird diese Grenze am besten gleich der Strafsenbreite angenommen. Eine Strafse von 8,5 **m** Breite, die wir oben als geringste Breite angeführt haben, würde deshalb nur zweistöckige Gebäude zulassen, es erscheint daher angezeigt, da so niedere Gebäude für eine Stadt nicht passen, die geringste Breite auf 10 **m** zu erhöhen, um wenigstens dreistöckige Gebäude ausführen zu können, eine Breite, die ja auch nach obigem aus anderen Gründen als Mindestmafs zu wählen ist.

In manchen Städten, namentlich in älteren Stadtteilen, ist es mehrfach gesetzlich gestattet, die Gebäude höher auszuführen, als die Strafsenbreite, so in Hamburg um 6 **m**,

in Stuttgart (innere Stadt) um 4 m[23]), für neu anzulegende Stadtteile sollte aber von der oben angegebenen Regel (Gebäudehöhe = Strafsenbreite) nicht abgegangen werden. In Stuttgart, wo der Grund und Boden sehr teuer ist und möglichste Ausnutzung des Baugeländes angestrebt werden mufs, wird für neue Stadtteile mit offener Bauweise eine Mehrhöhe der Gebäude von 2 m zugelassen.[24])

a) Bauzonen. In neuerer Zeit hat man in einzelnen Städten begonnen, die Höhe der Gebäude nicht nur von der Strafsenbreite abhängig zu machen, sondern auch von der Lage des betreffenden Stadtteils, indem man das Stadtgebiet in einzelne Zonen einteilt, für welche bei gleicher Strafsenbreite verschiedene Gebäudehöhen in Anwendung kommen. Man wird etwa für die innerste Stadtzone die durch die betreffende Bauordnung gröfste Gebäudehöhe (in Stuttgart 20,0 m bis zur Gebäudetraufe) zulassen, für einen zweiten Ring — die äufsere Stadt — die Höhe etwas einschränken, endlich für die dritte Zone — die Stadtumgebung — nur Gebäude von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Stock zulassen. Derartige Vorschriften können nur freudig begrüfst werden, weil nur auf diese Weise der Stadt ein passendes architektonisches Gepräge gewahrt bleibt. Für die äufserste Zone könnten vielleicht erleichterte Bedingungen für die Bauart der Gebäude gestellt werden (teilweiser Holzbau), so dafs die Gebäude ein mehr ländliches Ansehen erhalten.

Besonders wichtig sind solche Vorschriften für Stadtteile, welche an steilem Talhang heraufgebaut sind. Zu grofse Höhen der Gebäude vernichten den schönen Aufblick von der tieferliegenden Stadt zum bewaldeten Berg und stören die Aussicht von oben herab. Aufser beschränkter Höhe für die Gebäude sind hier auch genügend grofse Abstände zwischen den Häusern vorzusehen, es ist die Talseite der am Hang hinziehenden Strafsen mit Bauverbot zu belegen, um die Aussicht vom Hang aus nach unten nicht zu beeinträchtigen (s. S. 222 u. Abb. 4, Taf. IX).

In amerikanischen Städten ist der landschaftliche Charakter der Aufsenteile der Stadt meist gewahrt, indem man die hohen Gebäude von zwölf und mehr Stockwerken[25]) (*skyscrapers*, Wolkenkratzer) auf den einen geringen Raum einnehmenden, im Mittelpunkte liegenden Geschäftsteil der Stadt beschränkt. Aufserhalb dieses Gebietes herrschen zweistöckige Einfamilienhäuser mit Vorgärten und in grofsen Abständen erbaut, die als Gärten angelegt sind, vor. Eine derartige Bauart wäre auch für die europäischen Städte zu empfehlen. Dadurch werden die Stadtgebiete allerdings sehr ausgedehnt (Chicago hat ohne die Vorstädte vom Ausstellungsplatz bis zum Lincolnpark eine Länge von 14 km, New-York von Castle Garden bis zur Highbridge eine Länge von 15 km). Die Verbindung zwischen dem Geschäftsmittelpunkt und den Wohngebieten wird aber durch zahlreiche Trambahnen (in New-York die Hochbahnen) erleichtert, bezw. ist die Besiedelung derartig entfernter Wohnquartiere nur durch den Bau von Trambahnen möglich. Diese Bauart bietet für die betreffenden Bewohner die grofse Annehmlichkeit, dafs ihre Wohnungen entfernt vom Lärm und dem Getriebe der Grofsstadt sich befinden, auch die Preise wesentlich niedriger sind, als im Stadtinnern.

Die Breite der städtischen Strafsen in Amerika ist ziemlich reichlich bemessen, Baustrafsen 18 bis 25 m, Verkehrsstrafsen 20 bis 35 m. Eine der belebtesten Strafsen New-Yorks, der Broadway (s. Abb. 12, Taf. X), hat eine Breite von nur 22 m, es

---

[23]) Ausführliche Angaben über die in verschiedenen Städten zulässigen Gebäudehöhen siehe Baumeister, Städtisches Strafsenwesen. Berlin 1890. S. 41.

[24]) Siehe Revidiertes Ortsbaustatut von Stuttgart von 1897, S. 15, § 27.

[25]) Nach der neuen Bauordnung vom Jahre 1891 sind für Chicago Gebäude von 130′ = 39,6 m Höhe gestattet.

kommen jedoch auch häufig genug Verkehrsstockungen vor, so daſs die Wagen der Kabelbahn am Weiterfahren verhindert sind.

b) Fuſswege. Nachdem in neuerer Zeit erhöhte Fuſswege sehr häufig (in groſsen Städten wohl als Regel) angewendet werden, kommt viel darauf an, daſs Fuſswegbreite und Fahrbahnbreite im richtigen Verhältnis sich befinden. Je nach der Örtlichkeit beträgt nun die Breite der beiderseitigen Fuſswege je $^1/_8$ bis $^1/_4$ der ganzen Straſsenbreite und es kann für gewöhnliche Fälle hierfür $^1/_5$ angenommen werden, so daſs der Fuſsweg $^1/_3$ der Fahrbahnbreite, die Breite der Fahrbahn $^3/_5$ der Straſsenbreite beträgt (s. Abb. 15).

Abb. 15.
Normalquerschnitt städtischer Straſsen.

Hiermit soll aber nicht ausgesprochen sein, daſs dieses Verhältnis für alle Fälle paſst, im Gegenteil werden die Breite der Straſsen und die Verkehrsverhältnisse Abweichungen bedingen müssen.

Sind die Straſsen sehr schmal, so ist vor allem dafür zu sorgen, daſs eine für 2 Fuhrwerke genügende Fahrbahn beschafft wird, indem man die Fuſswegbreite auf ein Mindestmaſs (0,50 m und selbst noch weniger) beschränkt (Hohestraſse Köln u. a.). Bei sehr breiten Straſsen kann es aber keinen Anstand haben, die Fuſswege breiter als $^1/_5$ der Straſsenbreite zu machen, falls der Straſsenverkehr sehr lebhaft ist, ja es kann zweckmäſsig sein, den Fuſswegen zu beiden Seiten verschiedene Breiten zu geben, falls der Verkehr auf der einen Seite (durch Kaufläden) lebhafter ist (s. Abb. 20, Taf. X, Kaiser Wilhelm-Ring, Köln). Sehr zweckmäſsig erscheint es sodann, in älteren Städten die Ränder der erhöhten Fuſswege nicht parallel den meist unregelmäſsigen Häuserfluchten zu legen, sondern in flüssigen Linien zu ziehen, was die unschönen gebrochenen und oft mit Absätzen behafteten Fluchtlinien der alten Straſsen wesentlich mildert (vergl. oben S. 206). Darunter ist nicht nur die Ausdehnung auf die Länge eines Baublocks zu verstehen, sondern es ist eine durchlaufende Flucht auf gröſsere Länge, über die Baublöcke hinaus gemeint.

c) Breite der Ringstraſsen, Boulevards und Promenaden. Straſsen von gröſserer Breite als 30 m gehören schon zu den Prachtstraſsen, sie finden sich da und dort in groſsen Städten oder deren Umgebung und enthalten eine oder mehrere Fahrbahnen für den Fuhrwerksverkehr, Straſsenbahnen, Promenaden für Fuſsgänger, meist mit Bäumen besetzt, oder auch besondere Reitwege, so daſs die ganze Straſsenbreite in mehrere Abteilungen zerfällt, welche besonderen Zwecken dienen, in neuerer Zeit werden auch noch besondere Wege für den Fahrradverkehr verlangt. Solche Straſsen tragen viel zur Annehmlichkeit und zum guten Aussehen der Städte bei, sind aber vermöge der bedeutenden Fläche, die sie erfordern, sehr kostbare Anlagen. Sie sollten indessen in keiner Stadt ganz fehlen, denn sie unterbrechen die Einförmigkeit der Straſsenanlagen und sind auch in gesundheitlicher Beziehung von groſsem Wert. Die Anordnung der einzelnen Straſsenteile ist nach den örtlichen Bedürfnissen und dem zur Verfügung stehenden Gelände sehr verschieden. Beispiele sollen weiter unten näher besprochen werden. Besonders geeignet zu solchen Anlagen erscheinen die Ringstraſsen, weil durch sie am gleichmäſsigsten Wege über die Stadt verteilt werden, die nicht nur dem Verkehr, sondern auch der Erholung der Anwohner gewidmet sind. Man pflegt deshalb in Deutschland mit dem Begriff Ringstraſsen schon die Vorstellung zu verbinden, daſs solche Straſsen mit Promenaden und Gartenanlagen geziert sind, oder wenigstens

Baumreihen enthalten. In Frankreich bezeichnet man solche Ringstrafsen mit dem Namen Boulevard (Bollwerk), was offenbar auf deren Entstehung aus alten Festungswerken hindeutet, und welche deshalb zum voraus die nötige Breite für ihre Herstellung boten. Für die in neuen Stadtteilen angelegten breiten Zierstrafsen haben wir bis jetzt nur den französischen Namen Avenue, ein deutscher Name ist noch zu erfinden, es könnte dafür etwa der Name Prachtstrafse in Vorschlag gebracht werden.

Wo solche Ringstrafsen oder Prachtstrafsen auf lange Erstreckung sich hinziehen, erscheint es passend, ihnen zur Vermeidung störender Einförmigkeit wechselnde Anordnung zu geben, wobei die kreuzenden Radialstrafsen oder passend angelegte Plätze zur Vermittelung dienen. Ein Beispiel zeigt die auf dem alten Festungsgelände liegende Ringstrafse in Köln, welche 1 bis 3 Fahrstrafsen, stellenweise Gartenanlagen und Promenaden wechselnder Breite und Anordnung enthält (vergl. hierüber § 4).

2. Abmessungen der Baublöcke. Länge und Breite der Baublöcke bezw. die Entfernung der Strafsen voneinander kommt in Frage bei Anordnung der Unterabteilungen des zwischen Verkehrsstrafsen liegenden Baugrundes und bei Einteilung desselben in Bauplätze. Die zu wählenden Abmessungen der Blöcke hängen ab zunächst von der Bauweise und den für das Überbauen im betreffenden Ort giltigen Bauvorschriften (Ortsbaustatut), welch letztere in verschiedenen Städten sehr voneinander abweichen. Der Gegenstand gehört mehr in den Städtebau als in den Rahmen des Strafsenbaues, es sei daher hier nur kurz erwähnt, dafs die offene Bauweise (Ausführung der Gebäude in Abständen von 3 bis 10 m) sich für die äufseren Gebiete der Städte eignet, die geschlossene Bauweise mehr für die Stadtmitte, die Geschäftsstadt, schon mit Rücksicht auf die bessere Ausnutzung des teueren Baugrundes im Stadtinnern. Bezüglich der verschiedenen Vorschriften über die Überbauung der Baublöcke sei erwähnt, dafs durch Festsetzung der Abstände der Hintergebäude von den Vordergebäuden oder durch Vorschriften der Freilassung eines bestimmten Teiles der Anbaufläche von Gebäuden (20 bis 30%) Vorsorge getroffen wird, dafs noch genügend Licht und Luft in die Baublöcke gelangen kann, dafs also gesundheitliche Rücksichten nicht vernachlässigt werden.[26])

Bei offener Bauweise, bei Feststellung genügend grofser unüberbaut bleibender Flächen in den Baublöcken, können diese entsprechend gröfser angenommen werden, während bei geschlossener Bauweise und ausgiebiger Überbauung der Blöcke diese möglichst klein zu wählen sind, damit die nötige Luft- und Lichtzufuhr wenigstens durch die einander näher gerückten Strafsenflächen erfolgen kann. Die Geldfrage kommt insofern in Betracht, als bei kleinen Baublöcken mit Rücksicht auf die grofsen für die Strafsenanlagen nötigen Flächen der Wert des bebauten Grund und Bodens stark in die Höhe getrieben wird, sofern die Strafsen 25 bis 35% des Stadtfeldes beanspruchen.[27])

Einfache Wohngebäude, in denen Gewerbe nicht betrieben werden, erfordern eine Tiefe von etwa 10 bis 15 m, hierzu noch der nötige Raum für einen Hof oder kleinen Garten und ein kleines Hintergebäude für Wirtschaftszwecke gibt als notwendige Bautiefe 20 bis höchstens 30 m, so dafs als Breite der Baublöcke das Doppelte, somit 40 bis 60 m sich ergeben. Bei der letztgenannten Entfernung liegt schon die Gefahr vor, dafs wenn behufs besserer Ausnutzung der Bauplätze ausgedehnte Hintergebäude ent-

[26]) Vergl. Baumeister, Städtisches Strafsenwesen. Berlin 1890, S. 45.

[27]) Stübben, Städtebau. S. 71.

stehen, die ebenfalls als Wohnungen untergeordneter Art benutzt werden, eine so dichte Überbauung Platz greift, dafs Zutritt von Licht und Luft ausgeschlossen und der Zugang für Feuerlöschzwecke sehr erschwert ist, namentlich bei geschlossener Bauweise.

Stadtteile, in denen Gewerbe betrieben werden, erfordern gröfsere Blocktiefen, weil hier Hintergebäude für Speicher, Dampfkesselanlagen u. s. w. nicht zu umgehen sind. Man wird hier Tiefen von 80 bis 120 m nötig haben, es finden sich diese Mafse bei vielen Stadterweiterungen eingehalten.

Für Fabrikviertel wird man Blocktiefen von 100 bis 200 m nötig haben, weil hier auf die Anlage von Nebengebäuden aller Art Rücksicht zu nehmen ist.

Im allgemeinen wird man im Innern der Stadt kleinere Blöcke anstreben, da wegen des teueren Baugrundes auf Vorderhäuser vorzugsweise Bedacht zu nehmen ist, in entfernteren Stadtteilen empfehlen sich dann gröfsere Tiefen, welche die Anlage von Hintergebäuden und Gärten ermöglichen. Namentlich für vornehme Viertel mufs durch gröfsere Tiefen dafür gesorgt werden, dafs Wirtschaftsgebäude (Remise, Stall, Schuppen u. s. w.) und nicht zu kleine Gartenanlagen untergebracht werden können.

Die Länge der Baublöcke wird meist gröfser angenommen als die Tiefe, man erhält dadurch weniger Eckhäuser, deren Ausstattung mit Hofräumen immer Schwierigkeiten macht. Man darf aber mit der Bemessung der Länge aus Verkehrsrücksichten nicht zu weit gehen. Es sind deshalb häufig im Stadtinnern die Blöcke als Quadrate angeordnet, sonst findet man häufig Blocklängen von 150 bis 250 m.

Bei Anlagen für Arbeiterwohnungen kommt in Betracht, dafs hier meist Vorgärten vor den Gebäuden nicht fehlen und auch häufig hinter den Gebäuden kleine Gärten angebracht sind; es werden deshalb hier gröfsere Blocktiefen bezw. Blocklängen zweckmäfsig sein.

Dasselbe gilt in erhöhtem Mafse für Villenviertel. Es schadet nicht, wenn hierdurch Längs- und Querstrafsen weiter auseinanderrücken, da der Verkehr in diesen Strafsen jedenfalls sehr unbedeutend ist.

Bei der Kolonie Ostheim (s. Abb. 10) finden sich Blocktiefen von 50 bis 60 m und Blocklängen von 50 bis 120 m. In Altenhof bei Essen sind Blocktiefen von 25 bis 60 m, Längen von 70 bis 140 m. In der Kolonie Kronenberg bei Essen gehen die Blocktiefen bis auf 22 m herab, dagegen finden sich Längen von 85 bis 105 m. In der Villenkolonie Buchschlag (s. Abb. 12) sind dagegen Blocktiefen von 100 bis 120 m und Blocklängen bis zu 250 m zu finden.

Die in den Städten des Kontinents angewendeten Blocktiefen und Längen sind schon mit Rücksicht auf die unregelmäfsige Überbauung so verschieden, dafs Verhältniszahlen schwer anzugeben sind. In dem regelmäfsig bebauten Mannheim sind die Baustellen etwa 60/90 m, in dem nach dem Rechtecksystem angelegten oberen Teil von Stuttgart 65 m auf 60 bis 120 m Länge. In amerikanischen Städten, wo die Schablone und das Rechtecksystem vorherrschen, finden sich ebenfalls in ein und derselben Stadt sehr verschiedene Einteilungen der Baustellen: In New-York kommen Blocktiefen von 50 bis 60 m bei 100 bis 200 m Länge vor, in Baltimore 60/90 m und 50/220 m, sehr grofse Baublöcke hat teilweise San Franzisko mit 170/260 m im alten Stadtteil aufzuweisen, es sind aber diese grofsen Quadrate durch eine oder zwei Feuergassen durchschnitten, welche bei rund 4 m Breite als Strafse (ohne Fufswege) ausgebaut sind, die aber nicht für den Durchgangsverkehr benutzt werden. In dem neuen Stadtteile von San Franzisko gehen die Häuserblöcke auf 60/190 m bezw. 80/140 m herab.

§ 3. Anlage von Strafseneinmündungen, Strafsenkreuzungen und öffentlichen Plätzen. Freie Plätze im Innern der Stadt haben entweder den Zweck, den Verkehr mehrerer an einem Punkt zusammenstofsender Strafsen zu erleichtern, oder sie sollen dazu dienen, Märkte abzuhalten, oder Spielplätze für Kinder bilden, oder sie haben den Zweck, einzelne öffentliche Gebäude besser hervorzuheben und Raum für Aufstellung von Denkmälern zu schaffen, oder sie sollen dazu dienen, schattige Anlagen für Spaziergänger herzustellen, Abwechselung in die öffentlichen Strafsen zu bringen und den Wohnvierteln mehr Licht und Luft zuzuführen.

Die zuerst genannten Plätze sind meist nur Verkehrsplätze, ausschliefslich dem Fuhrwerkverkehr offen gehalten, nur in seltenen Fällen werden sie den weiter genannten Zwecken dienen können.

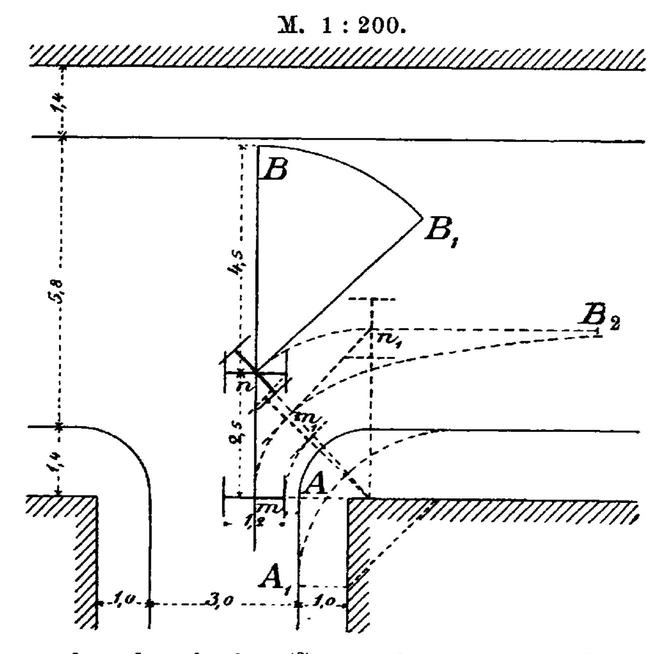
Als Haupterfordernis bei allen genannten Platzanlagen erscheint nun zunächst die Aufgabe, die den Platz berührenden oder ihn schneidenden Fahrstrafsen derart einzugrenzen, dafs dem Fuhrverkehr nicht mehr Raum als nötig eingeräumt wird, was dadurch geschehen kann, dafs alle aufserhalb der Fahrrichtungen liegenden Flächen oder Streifen erhöht angelegt werden, wie die gewöhnlichen Strafsenfufswege, eine Vorschrift, die häufig nicht berücksichtigt wird. Es erscheint jedenfalls unnötig und schädlich, auf der Platzfläche den Fahrstrafsen gröfsere Breiten als in den Zufahrtsstrafsen einzuräumen.

Die Plätze sollten möglichst gleichmäfsig auf das Stadtgebiet verteilt sein, eine gröfsere Zahl kleiner Platzanlagen ist einzelnen in weiter Entfernung voneinander liegenden Plätzen vorzuziehen.

1. **Strafseneinmündungen** und **Strafsenkreuzungen** bilden den Übergang zu den städtischen Plätzen, sofern hier durch Abrundung der Fufswegecken und unter Umständen durch Abschrägung der Hausecken Erbreiterungen der Strafsenfläche Platz greifen. Die Abrundung der Fufswege ist nötig, um die Einfahrt von einer Seitenstrafse in eine Hauptstrafse und umgekehrt zu erleichtern. Besonders grofs brauchen aber die Abrundungshalbmesser nicht zu sein, da die städtischen Strafsenfuhrwerke Drehwinkel des Vordergestells bis zu 90° zulassen (gegenüber nur etwa 30° des Landfuhrwerkes, vergl. Kap. I, § 2, S. 10).

Abb. 16. *Einfahrt eines Wagens aus einer Querstrafse in eine Hauptstrafse.*

M. 1 : 200.



Bei einem Drehwinkel des Vordergestells von 90° wird in Gl. 14 (Kap. I, S. 57) der Ausdruck $l \cot g\, \alpha = 0$, es bewegt sich somit das Hinterrad in einem Kreise vom Halbmesser $\frac{s}{2}$ und die Mitte der Hinterachse vom Halbmesser $= 0$, somit genügen zum Wenden der städtischen Strafsenfuhrwerke die geringsten Abrundungshalbmesser der Fufswegränder. Die Rücksicht auf bequemes Wenden, auf Schonung der Fufswegrandsteine und der Umstand, dafs auch Landfuhrwerk die städtischen Strafsen benutzt, macht es wünschenswert, die Halbmesser nicht zu klein zu wählen, meist wird es indessen genügen, dieselben gleich der Breite der Fufswege anzuordnen. Abb. 16 zeigt, wie die Einfahrt eines Wagens von 2,5 m Radstand und 4,5 m Deichsellänge in eine Strafse von der oben in § 2 (S. 224) berechneten Mindestbreite von 8,6 m erfolgen kann, auch wenn (der Gewohnheit der Fuhrleute entsprechend) der Wagen hart am Fufswegrand die Einfahrt wählt, und der Fufsweg nur einen Halbmesser von 1,4 m hat. Der

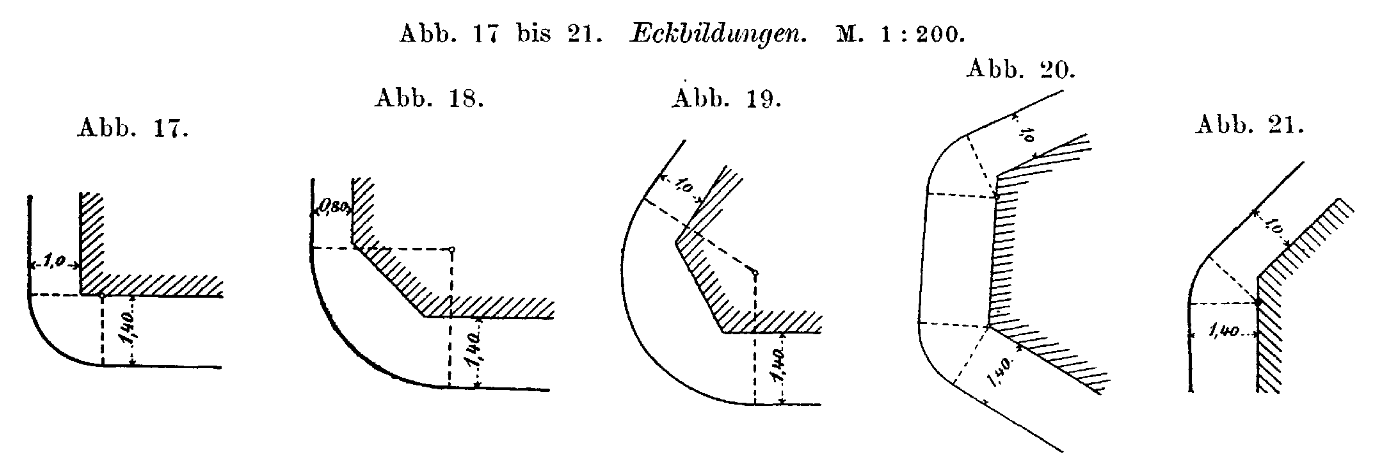
Wagen fährt vor, bis das Hinterrad den Bogenanfang A der Fuſswegabrundung und das Gespann den gegenüberliegenden Rand B des Fuſswegs erreicht hat. Das Vordergestell des Fuhrwerks wendet nun um den Winkel $B\,B_1$ (α = rund 48°); mit diesem Drehwinkel erreicht der Wagen dann die (punktiert gezeichnete) Stellung $m_1\,n_1$ der Achsen, das Gespann fährt dann in gerader Richtung ($n_1\,B_2$) fort, wobei die Hinterräder flache Kurven beschreiben und das rechte Hinterrad den Randstein nicht mehr berührt.

Wie aus Abb. 16 hervorgeht, nimmt bei dieser Einfahrt der Wagen die ganze Breite der Straſse in Anspruch, in welche er einfährt, es ist also in dieser während der ganzen Zeit der Einfahrt der Verkehr in beiden Fahrrichtungen unterbrochen. Die Verhältnisse gestalten sich günstiger, wenn die Seitenstraſse, aus welcher der Wagen einfährt, gröſsere Breite hat. Der Fuhrmann folgt dann besser beim Einfahren dem linken Straſsenrand, das Wenden des Wagens kann beginnen, ehe das Hinterrad beim Punkt A angekommen ist, die Pferde brauchen nicht so weit in die Hauptstraſse vorzurücken, aber immerhin ist ersichtlich, daſs das Einfahren eines Wagens von einer Seitenstraſse aus nicht so einfach ist, wie man es sich häufig denkt. Der Verkehr in der Hauptstraſse wird stark behindert, namentlich durch Landfuhrwerk, das nur geringe Drehwinkel hat, deshalb sind Verschiebungen von Querstraſsen gegeneinander so unzweckmäſsig (s. S. 209), die direkte Durchkreuzung einer Hauptstraſse ist, bezüglich Sicherheit und Bequemlichkeit, der verschobenen Einmündung von Querstraſsen ganz entschieden vorzuziehen.

Aus Abb. 16 ist ersichtlich, daſs durch eine Abschrägung der Hausecken eine gröſsere Abrundung der Fuſswege möglich ist, und daſs hierdurch das Einfahren eines Wagens von einer Querstraſse in eine Hauptstraſse erleichtert wird. Der Wagen kann mit der Drehung schon beginnen, wenn das Hinterrad in A_1 angekommen ist, das Gespann (Punkt B) braucht dann nicht zu weit in die Hauptstraſse einzufahren. Anderseits ist aus der Abbildung ersichtlich, daſs wenn die Länge $A_1\,B$ nicht wenigstens der Länge des Fuhrwerks entspricht, die Einfahrt in die Hauptstraſse überhaupt nicht möglich ist, wenn nicht die Seitenstraſse solche Breite erhält, daſs der Wagen linksseitig abfahren kann. Hausabschrägungen sind deshalb für schmale Straſsen häufig unumgänglich nötig, bei breiten Straſsen können solche, soweit der Fuhrverkehr in Betracht kommt, wegbleiben.

Für den Fuſsgängerverkehr sind die Eckabschrägungen noch wichtiger, da hierdurch das Zusammenstoſsen von Personen, welche die sich kreuzenden Straſsen benutzen, eher vermieden wird. Am notwendigsten erscheint in dieser Beziehung die Abschrägung spitzwinkeliger Straſsenecken. Als Nachteil der Abschrägung tritt hervor, daſs der die Seitenstraſse überschreitende Fuſsgänger einen längeren Weg auf der (oft schmutzigen) Fahrbahn der Querstraſse zurückzulegen hat, auch das Herabtreten von den schräg verlaufenden Randsteinen ist nicht bequem.

Abb. 17 bis 21. *Eckbildungen.* M. 1 : 200.



Die Abb. 17 bis 21 zeigen Beispiele von Eckabschrägungen und Fuſswegabrundungen für verschiedene Fuſswegbreiten. Die Hausabschrägungen sind für die Häuserbesitzer nicht gerade bequem, sie können aber, wenn sie eine Breite von 2,0 m erhalten, zur Anbringung von Fenstern, sowie von Ladeneingängen benutzt werden.

In der Stuttgarter Bauordnung ist eine Abschrägung senkrecht zur Halbierungslinie des Winkels von 1,5 **m** Breite vorgeschrieben und zwar vom spitzen Winkel bis zum rechten einschliefslich, bei stumpfen Winkeln wird sie nicht verlangt. Es dürfte angezeigt sein, die Abschrägung bis zu einem Winkel von 120° vorzuschreiben, namentlich in engen Strafsen.

2. Verkehrsplätze. Handels es sich um die Einmündung zweier oder mehrerer Seitenstrafsen in eine Hauptstrafse oder um Durchschneidung von mehreren Strafsen, so ergeben sich, namentlich wenn die Schnittwinkel nicht gleich grofs sind, sehr unschöne spitzwinkelige und unregelmäfsige Hausecken, die nicht durch einfache Abschrägung günstiger gestaltet werden können, sondern es ist dadurch Abhilfe zu schaffen, dafs an der Einmündung ein kleiner Platz gebildet wird, der die Unregelmäfsigkeiten verdeckt und für den Verkehr den Übergang von einer Strafse zu jeder der an der Einmündungsstelle zusammentreffenden Strafsen erleichtert. Man kann derartige Platzanlagen mit dem Namen Verkehrsplätze bezeichnen. Da diese Plätze nach allen Richtungen zu befahren sind, so können gärtnerische Anlagen auf ihnen nur in beschränktem Mafse oder gar nicht angebracht werden. Derartige Plätze tragen daher zur Annehmlichkeit einer Stadt nicht bei und haftet ihnen noch der sehr ins Gewicht fallende Mangel an, dafs für den Fufsgängerverkehr sehr schlecht gesorgt ist, weil das Überschreiten des Platzes zwischen sich kreuzenden Fuhrwerken auf unebener, oft schmutziger Fläche höchst lästig ist. Man kann zwar durch Rettungsinseln einigermafsen abhelfen (s. unten), welche in der Hauptverkehrsrichtung angebracht sind, aber auch diese Lösung läfst zu wünschen übrig. Es erscheint deshalb am einfachsten, diese Plätze möglichst klein auszubilden, was dadurch erreicht wird, dafs man nur die beim Schnitt der Strafsen sich bildenden Ecken mit entsprechenden Abkantungen versieht.

Abb. 22.
Friedrichsplatz in Stuttgart. M. 1:2500.

Abb. 23.
Quadratischer Platz. M. 1:2500.

Der Friedrichsplatz in Stuttgart (s. Abb. 22) nimmt 6 Strafsen auf und hat hierbei 50 **m** Durchmesser. Die Aufstellung eines Denkmals in der Mitte geht nicht wohl an wegen der in die Friedrichstrafse eingelegten Strafsenbahn, und so macht der Platz einen sehr langweiligen Eindruck, die Anbringung von Schutzinseln ist ebenfalls ausgeschlossen und die Überschreitung des breiten Platzes für die Fufsgänger sehr unangenehm. Dagegen verdeckt der Platz immerhin die Unregelmäfsigkeit und die verschiedene Breite der einmündenden Strafsen, die in Wirklichkeit weniger auffallend sind als im Plan.

Unpraktisch sind auch quadratische Plätze, wie Abb. 23 zeigt. Diese bringen höchstens etwas Licht und Luft in die anliegenden Gebäude, haben aber sonst keinen

Wert, dagegen die oben beschriebenen Nachteile. Man erhält für den Platz Abb. 23 die zur Unterbringung von Gartenanlagen verwendbaren Flächen, wenn man die Randlinien der Strafsen *AB*, *CD*, ferner *AD*, *AC* und *BC*, *BD* durchzieht und längs den Gebäuden des Platzes schmale Strafsenflächen zum Aufstellen von Wagen ausspart. Es bleiben dann nur die 4 kleinen Ausschnitte übrig, die zu Gartenanlagen von der Verkehrsfläche abgeschnitten werden können.

Sollen deshalb derartige Plätze gärtnerische Anlagen erhalten, so müssen sie wesentlich erweitert werden. Die Anlagen bieten aber mit Ausnahme des guten Aussehens für Spaziergänger keinen Vorteil. Als Beispiel kleiner Plätze mögen angeführt werden in Köln der Schnitt der Aachener und Flandrischen Strafse, ferner der Flandrischen Strafse und des Hohenzollernrings (s. Abb. 1, Taf. IX), Place Warnix in Antwerpen (Abb. 2, Taf. IX), der Opernplatz in Paris, welcher wie der obengenannte Platz am Hohenzollernring die Anwendung der Rettungsinseln zeigt (s. Abb. 17, Taf. IX). Von gröfseren Plätzen ist zu nennen der Gärtnerplatz in München (Abb. 7, Taf. IX), welcher bei rund 80 m Durchmesser in der Mitte eine Denkmalanlage enthält. Für den Fufsgängerverkehr ist vollständig gesorgt, der Fuhrverkehr ist benachteiligt durch die Umwege, die beim Kreuzen des Platzes zu machen sind, es dürfte dies aber nicht schwer ins Gewicht fallen. Der Tauenzienplatz in Breslau[28]) hat rechteckige Form mit rund 105 m Durchmesser (s. Abb. 8, Taf. IX). Für Wagen- und Fufsgängerverkehr ist vollständig und zweckmäfsig gesorgt. Die längs den Häusern hinziehenden Strafsen sind aber wenig benutzt und nehmen unnötigen Platz in Anspruch. Der Washington Circle in Washington (Abb. 9, S. 216) zeigt die Vereinigung zweier Diagonalstrafsen mit dem Vierecksystem, der Platz hat einen Durchmesser von 160 m und ist in der Mitte mit einer Parkanlage von 112 m Durchmesser versehen; die für den Fuhrverkehr und die Strafsenbahngleise hierdurch entstehenden Umwege erscheinen unbedenklich.[29])

Als eine Einrichtung, welche auf Verkehrsplätzen, die starken Fuhrwerksverkehr aufweisen, nicht fehlen darf, sind die schon erwähnten Rettungsinseln oder Schutzinseln zu bezeichnen. Diese sind so anzubringen, dafs sie in der Verlängerung der Fufswegränder liegen, so dafs einerseits die Fufsgänger in gerader Linie zu gehen haben, um sie zu treffen, und dafs andererseits die Fahrbahnen in den Hauptfahrrichtungen durchlaufen, ohne dafs die Schutzinseln ein Hindernis bilden. Die Abb. 1, Taf. IX zeigt die in Köln bei der Einmündung der Flandrischen Strafse und Limburger Strafse in den Hohenzollernring angebrachten Schutzinseln. Die in der Abbildung eingezeichneten Pfeile zeigen, dafs keine der notwendigen Fahrstrafsen durch die Inseln beschränkt ist und es geben diese bequeme Ruhepunkte für die auf dem Hohenzollernring verkehrenden Fufsgänger. Ähnliche Anordnung der Schutzinseln zeigt auch der Platz St. Trinité in Paris (Abb. 5, Taf. IX), etwas weniger bequem liegen die Schutzinseln auf dem Opernplatz in Paris (s. Abb. 17, Taf. IX). Bei einfachen Strafsenkreuzungen können die Inseln die Anordnung der Abb. 24 erhalten oder man kann sie in die Mitte des Platzes stellen (s. Abb. 25). Der für Fuhrwerke zu machende Umweg dürfte nicht von Belang sein, auch dann nicht, wenn die Anordnung der Abb. 7, Taf. IX (Gärtnerplatz in München) gewählt wird, die Lösung ist einem ganz freien Platze jedenfalls vorzuziehen.

---

[28]) Siehe Stübben, Städtebau. S. 131.

[29]) Eine grofse Anzahl von Platzformen finden sich in: Baumeister, Städtisches Strafsenwesen, S. 28 bis 31, und Stübben, Städtebau. S. 131 u. ff.

In einzelnen englischen Städten (London) finden sich Schutzinseln inmitten stark befahrener Strafsen von länglicher Form, um das Überschreiten der Strafse zu erleichtern. Diese müssen dann mit Laternen und Prellsteinen versehen sein, damit sie bei Nacht nicht zu Unfällen Veranlassung geben (s. Abb. 26 u. 27). Auch die oben beschriebenen Schutzinseln können passend zur Aufstellung von Laternenständern, unter Umständen, wenn sie etwas gröfser sind, zur Anbringung von Anschlagsäulen oder auch von Brunnen Benutzung finden.

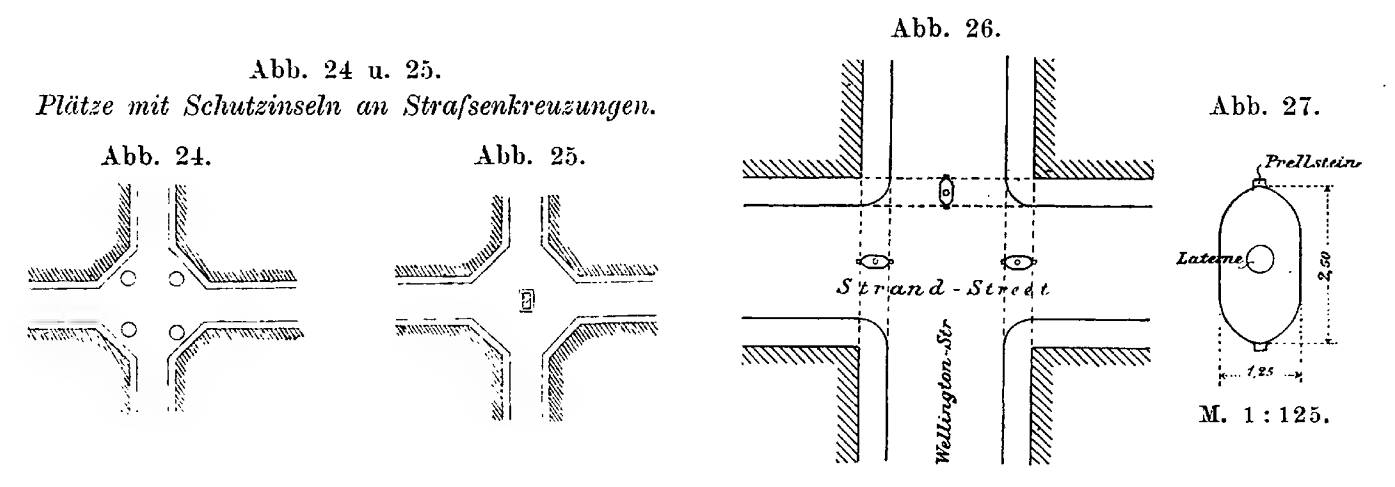


Abb. 24 u. 25. *Plätze mit Schutzinseln an Strafsenkreuzungen.*

Abb. 24. Abb. 25.

Abb. 26 u. 27. *Schutzinseln in Londoner Strafsen.*

Abb. 26. Abb. 27.

M. 1 : 125.

In unseren Grofsstädten hat sich in neuerer Zeit auf einzelnen Strafsenkreuzungen, namentlich aber auf Verkehrsplätzen, der Strafsenverkehr derart gehäuft, dafs das Überschreiten der Plätze für Fufsgänger geradezu lebensgefährlich geworden ist, und trifft dies namentlich für solche Plätze zu, welche nach verschiedenen Richtungen von Strafsenbahngleisen durchzogen sind. Man vermag wohl leicht den in einer Richtung verkehrenden Wagen auszuweichen, trifft aber dann plötzlich auf das in entgegengesetzter Richtung verkehrende Fuhrwerk oder einen Radfahrer und bei gröfster Aufmerksamkeit ist man dem Überfahrenwerden ausgesetzt. Als derartig gefährliche Stelle ist der Potsdamer Platz in Berlin zu bezeichnen, es können aber auch in kleineren Städten häufig derartige Örtlichkeiten namhaft gemacht werden, Schutzinseln reichen hier nicht mehr aus und es fragt sich, ob nicht bei dem in unseren Städten immer lebhafter sich gestaltenden Verkehr durch Überführung oder Unterführung des Fufsgängerverkehrs hierin Wandel zu schaffen ist.[80]) Man wird nun aus verschiedenen Gründen der Unterführung, dem Tunnel, den Vorzug einräumen müssen, einmal, weil Brücken das Strafsenbild verunzieren, namentlich aber mit Rücksicht darauf, dafs beim Tunnel eine Konstruktionshöhe von 3,2 m genügt (wie bei der Verbindung der Bahnsteige auf unseren Personenbahnhöfen), während bei der Überführung wohl unter 5,0 m nicht gegangen werden kann, somit bei der Tunnelanlage nahezu 2 m Höhendifferenz gespart werden, die für den Fufsgänger sehr ins Gewicht fallen.

Die Anbringung solcher Tunnel ist (nach dem genannten Aufsatz) in London schon mehrfach erfolgt und wird bei uns in Europa nur eine Frage der Zeit sein. schwierig wird die Anbringung immer bleiben, weil die in den Tunnel führenden Treppen nicht unter 1,5 bis 2,0 m Breite haben können, somit die Breite der Fufswege wesentlich einschränken, sofern es nicht möglich ist, die Aufgänge in das neben der Strafse befindliche Gelände zu verlegen, was dann angängig sein wird, wenn Vorgärten oder

[80]) Vergl. Bibusch, Die Verkehrsanhäufungen in Grofsstädten, ihre Ursachen und Beseitigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 19 u. ff.

öffentliche Anlagen sich an die Strafse anschliefsen. Der Vorschlag des genannten Aufsatzes, unter einem Verkehrsplatz, welcher von sehr verkehrsreichen Strafsen geschnitten wird, den Fufsgängerverkehr ganz der Oberfläche des Platzes zu entziehen und in einen ringförmigen Tunnel unter den Platz zu verlegen, erscheint beachtenswert; die für die Kreuzung der Leipziger und Friedrichstrafse in Berlin und für den Potsdamer Platz daselbst vorgeschlagenen Lösungen mögen dort nachgesehen werden. Beachtenswert ist auch der Vorschlag, an diese Unterführungen Bedürfnisanstalten anzugliedern (vergl. hierüber auch § 12).

3. **Marktplätze** sind überall da unentbehrlich, wo es an geschlossenen Markthallen fehlt, aber auch in Städten mit Markthallen wird man Plätze nötig haben, wo vorübergehende Schaustellungen jeder Art (Karusselle, Menagerien) aufgestellt, Pferdemärkte u. s. w. abgehalten werden können. Auch werden in den Aufsenbezirken der Städte solche Plätze zum Abhalten von kleinen Gemüsemärkten, Blumenmärkten u. s. w. nicht zu entbehren sein. Die Marktplätze liegen am besten neben Verkehrsstrafsen, von denen sie dadurch zu trennen sind, dafs die für den Markt benutzte Fläche wie die Strafsenfufswege höher gelegt und durch Randsteine begrenzt wird. Es kann ja immer durch einige Einfahrten dafür gesorgt werden, dafs leichtes Marktfuhrwerk auf den erhöhten Platz eingebracht werden kann. Die Platzoberfläche wird am besten durch Pflaster, oder auch durch Asphalt- oder Zementbelag zu befestigen sein, falls Fuhrwerke nicht auf den Platz auffahren. Einfache Bekiesung bietet Schwierigkeiten für die Reinhaltung des Platzes. Als beste Anordnung empfiehlt sich die Freilassung eines Baublockes, so dafs der Platz ringsum an Strafsen stöfst, die Form des Platzes ist hierbei belanglos. Eine Bepflanzung mit Bäumen ist hierbei nicht ausgeschlossen, auf ihm können dann passend noch Pissoirs, Bedürfnisanstalten, Brunnen, Anschlagsäulen u. s. w. Raum finden. Es ist anzuführen, dafs auch häufig andere Plätze oder Teile von solchen zu gewissen Zeiten als Marktplätze Verwendung finden.

Als Beispiele mögen angeführt werden der Marktplatz in Osnabrück[31]) (Abb. 28), die Place verte in Antwerpen, hauptsächlich als Blumenmarkt dienend (Abb. 15, Taf. IX), dann der Jakobsmarkt in Hamburg (Abb. 6, Taf. IX), welcher von einer Diagonalstrafse durchzogen ist, aber trotzdem ganz gut als Marktplatz dienen kann, da die übrig bleibenden Dreieckflächen erhöht angelegt sind. Als Marktplatz dient auch der weiter unten (Abb. 31, S. 238) angeführte Diakonissen-Platz in Stuttgart, welcher teilweise durch Anlagen geziert ist.

4. **Zierplätze** mögen alle diejenigen Plätze genannt werden, welche im allgemeinen zur Verschönerung der Stadt zu dienen haben, indem sie an einzelnen Stellen kleine Gartenanlagen schaffen, welche zu Spaziergängen oder zu Spielplätzen benutzbar sind, oder indem sie einzelne hervorragende Gebäude in besseres Licht setzen oder zur Aufstellung von Denkmälern Gelegenheit geben.

Die einfachsten Plätze dieser Art sind Strafsenerweiterungen, welche die Einförmigkeit langer Strafsen unterbrechen, auch dazu dienen können, wichtige Gebäude besser hervorzuheben. Kleine gärtnerische Anlagen dienen zur Annehmlichkeit der Umwohner (s. Abb. 10 bis 12, Taf. IX). Plätze dieser Art können auch den Zweck haben, die Verschiebung der Fluchtlinien einer Strafse oder einen Wechsel in der Strafsenbreite zu verdecken, wovon die Stadterweiterung von Köln mehrere Beispiele liefert (s. Abb. 29, Übergang des Karolinger- in den Sachsen-Ring).

---

[31]) Stübben, Städtebau. S. 149.

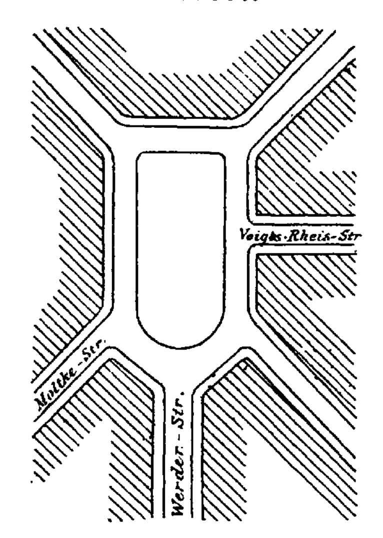


Abb. 28.
Strafsburger Platz in Osnabrück.
M. 1 : 2500.

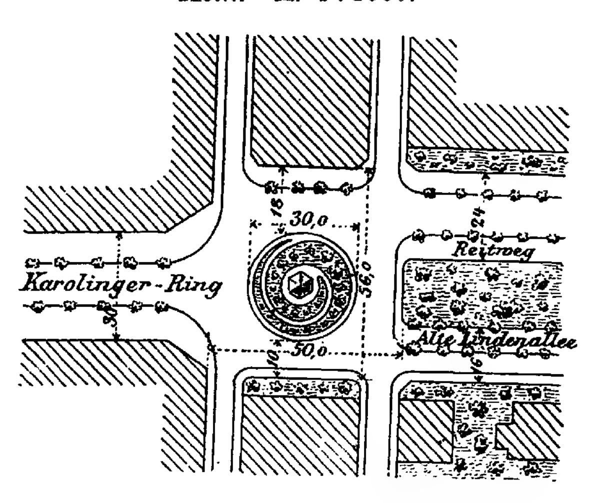
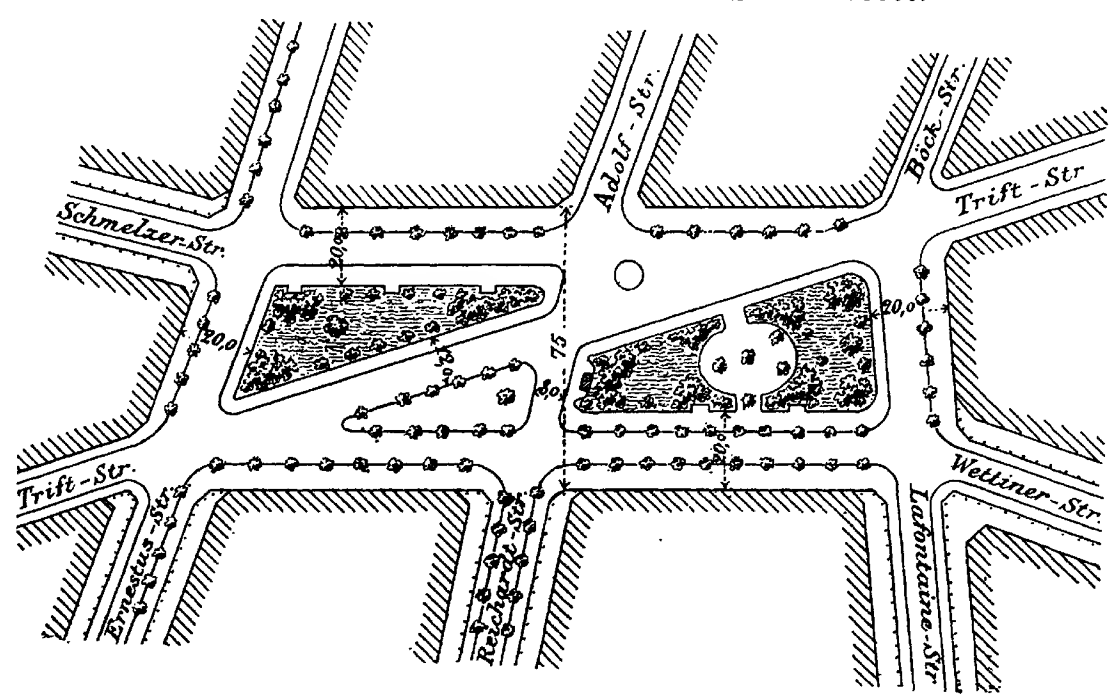


Abb. 29.
Vereinigung von Karolinger- und Sachsen-Ring in Köln. M. 1 : 2500.

Ähnliche kleine Plätze entstehen, wenn im Rechtecksystem einzelne Diagonalstrafsen in schräger Richtung das Strafsensystem schneiden. Kleine Baublöcke von sehr spitzer Form können hier nicht vermieden werden und erscheint es zweckmäfsig, diese nicht zu überbauen, sondern als kleine Anlagen auszubilden.

Abb. 30. *Wettiner Platz in Halle a. S.* M. 1 : 2500.

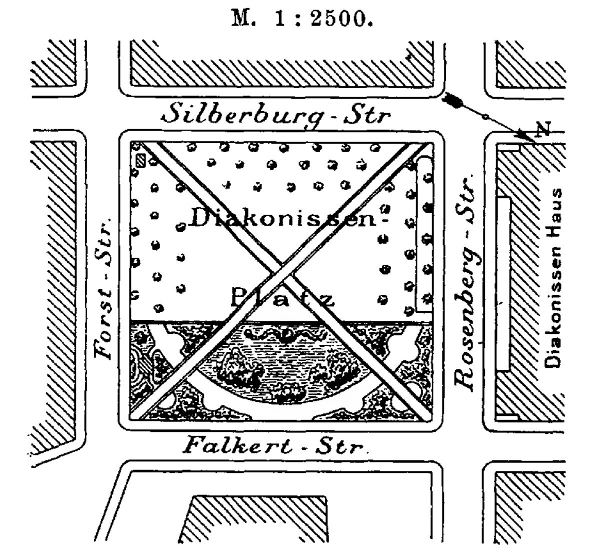


Ein Beispiel zeigt die Kreuzung der Hegelstrafse mit der Seidenstrafse in Stuttgart (s. Abb. 14, Taf. IX). Die beiden sich bildenden Dreiecke sind zu kleinen Gartenanlagen verwendet, auf dem einen ist in neuerer Zeit eine russische Kapelle errichtet worden. Als weiteres Beispiel ist anzuführen der Friesenplatz in der Stadterweiterung von Köln (Abb. 1, Taf. IX), ferner finden sich derartige Plätze mehrfach in Washington (s. Abb. 18, Taf. IX), dieselben tragen viel zum freundlichen Aussehen der Stadt bei. Überhaupt sollte auf jedem Platz auch die kleinste für den Verkehr entbehrliche Fläche mit Anpflanzungen versehen werden, man erspart dann auch für diese Flächen die Fahrbahnunterhaltung. Der Wettiner Platz in Halle a. S. (s. Abb. 30) gibt ein Beispiel der Aus-

bildung eines Zierplatzes, der von einer Verkehrsstrafse durchschnitten wird. Die sich bildenden Dreiecke sind in zweckmäfsiger Weise zu Gartenanlagen, Spielplätzen u. s. w. ausgenützt.[32])

Hierher gehören nun auch *squares,* bepflanzte Plätze, welche einzig den Zweck haben, in dicht bebaute Stadtgebiete Licht und Luft zu bringen und den Umwohnern Gelegenheit zur Erholung zu geben. Sie sind namentlich in England (London) üblich, wo sie entweder ganze Häuserblocks oder Teile von solchen einnehmen. — In dieser Form kommen auf dem Kontinent die *squares* wohl selten vor, dagegen ist schon oben darauf hingewiesen, dafs kleine Plätze von für die Bebauung ungeeigneter Form am besten als Gartenanlagen ausgebildet werden.

Abb. 31. *Diakonissen-Platz in Stuttgart.*
M. 1 : 2500.



Einen zu verschiedenen Zwecken ausgenutzten Platz zeigt Abb. 31, den Diakonissen-Platz in Stuttgart, der einen vollständigen Baublock einnimmt. Er ist in seinem unteren Teil mit gärtnerischen Anlagen versehen, trägt aber sonst nur Baumpflanzungen, so dafs der obere Teil als Marktplatz, als Spielplatz u. s. w. benutzt werden kann. Dieser Platz liegt in dem Aufsenteil der Stadt und dient zugleich dazu, ein hier liegendes Krankenhaus besser hervorzuheben und ihm Licht und Luft zu verschaffen.

Architektonisch ausgebildete Plätze gehören ebenfalls zu den Zierplätzen. Sie haben den Zweck, wichtige öffentliche Gebäude, wie Kirchen, Theater, Bahnhöfe, Rathäuser u. s. w. besser hervortreten zu lassen, um sie besser übersehen zu können, als dies von einer einfachen Strafse aus möglich ist. Oft werden auch gröfsere Gebäude frei auf solchen Plätzen aufgestellt, namentlich Kirchen. Derartige Platzanlagen dürfen daher in keiner grofsen Stadt fehlen, wenn man auch ihre Zahl möglichst einschränken wird, um nicht zu viel Baugelände zu verlieren. Sie sollten dem Verkehr möglichst entrückt sein, jedenfalls dürfen sie von Verkehrsstrafsen nicht durchschnitten werden.

Die Anpflanzung hat in der Art zu erfolgen, dafs der Ausblick auf die rings um den Platz oder auf diesem stehenden Gebäude nicht verdeckt wird, von Baumpflanzungen wird deshalb nur beschränkter Gebrauch zu machen sein.

Sehr wichtig ist die Gröfse der Plätze. Sie mufs jedoch den Abmessungen der den Platz umgebenden oder auf ihm aufgestellten Gebäude entsprechen. Während man im Mittelalter diese Plätze vielfach zu klein gemacht hat, verfällt man jetzt häufig in den entgegengesetzten Fehler. Nach Baumeister[33]) haben zweckmäfsige Gröfsen unter anderen der Kleberplatz in Strafsburg 11000 qm (je zwischen den Baulinien gemessen), der Marktplatz in Venedig 12000, der Rathausplatz in Hamburg 16000, der Museumsplatz in Antwerpen 24000, der Schlofsplatz in Stuttgart 36000 qm. Dagegen erscheint der Kaiserplatz in Strafsburg (38000 qm) zu grofs wohl wegen der zu geringen Höhenabmessungen des Kaiserpalastes, ebenso der Rathausplatz in Wien mit 60000 und der Königsplatz in Berlin mit 100000 qm.

Die Form der Plätze ist am besten eine rechteckige, es können aber auch Abweichungen bis zu einem gewissen Grade vorkommen. Die Gartenbeete sind geometrisch

[32]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 37.

[33]) Baumeister, Städtisches Strafsenwesen. S. 32.

regelmäfsig zu gestalten, ein landschaftlicher Charakter pafst für dieselben nicht. Man hält meist die Beete erhöht, fafst sie am besten mit Randsteinen ein, unter Umständen noch mit niedrigen Einfriedigungen (vergl. § 10). Wenn die Plätze (wie gewöhnlich) keine durchgehenden Fahrstrafsen enthalten, so genügt meist für die Weganlage einfache Bekiesung; wenn Gebäude auf dem Platze stehen, so müssen die Zufahrten und genügender Raum um die Gebäude mit Pflaster versehen sein.

Für die Entwässerung ausgedehnter Plätze ist in der Art zu sorgen, dafs das städtische Kanalnetz dieselben durchzieht, und in passenden Abständen in den Wegen Abfallschächte angebracht sind, denen von den Kandeln der Wege aus das Wasser mit genügendem Gefälle zuströmt.

Die Anordnung dieser Plätze ist eine aufserordentlich mannigfaltige, eine grofse Anzahl derartiger Anlagen ist dem Buche von Stübben, Der Städtebau, zu entnehmen; hier mögen, da die Ausbildung solcher Plätze mehr Sache der Architekten ist, nur ein paar einfache Beispiele zur Darstellung kommen.

Als Beispiele architektonischer Plätze mögen angeführt werden der Zionskirchenplatz in Berlin[34]), dessen Breite etwa 100 m beträgt. Der Kirchenplatz ist rings von Strafsen umgeben, der einzige Zweck des Platzes ist der, die Architektur der Kirche hervortreten zu lassen (s. Abb. 16, Taf. IX).

Eine eigentümliche Einrichtung hat der Feuerseeplatz in Stuttgart erhalten, auf welchem die Johanniskirche erbaut ist. An Stelle gärtnerischer Anlagen tritt der die Kirche auf drei Seiten umgebende See, so dafs die Aussicht auf die Kirche vollständig frei ist. Die umgebenden Strafsen sind mit Baumreihen bepflanzt. Als Schwierigkeit ergibt sich die Reinhaltung des Seewassers, das durch Algen stark grün gefärbt ist.

Der Münsterplatz in Ulm ist auf der Westseite (Seite des Turms) schon seit längerer Zeit freigelegt, die Nordseite ist aber erst im letzten Jahre durch Niederlegung der alten Münsterbauhütte frei geworden. Es ist nun beabsichtigt, den Platz durch Bäume und kleine Pflanzengruppen auszubilden, es soll aber auf der Nordfront ein kleiner Bauhof mit Bauhütte für die nötigen Ausbesserungsarbeiten vorbehalten werden. Die Abb. 13, Taf. IX zeigt den Entwurf für die beabsichtigten Anlagen. Das auf der Westseite vor dem Turm liegende Dreieck wird zugleich als Marktplatz benutzt, neuere Entwürfe sind gegenwärtig in Vorbereitung.

Als weitere Architekturplätze seien angeführt der Hahnentor-Platz in Köln (Abb. 1, Taf. IX), der Museumsplatz im neuen Stadtquartier in Antwerpen (Abb. 2, Taf. IX).

5. **Parkanlagen** erfüllen noch in höherem Mafse als Zierplätze den Zweck, schöne und angenehme Spaziergänge für die Bewohner einer Stadt zu schaffen, meist fehlt es aber im Innern des Stadtgebietes an dem nötigen Raum, so dafs man auf Plätze aufserhalb der Stadt angewiesen ist, die allerdings in gegenwärtiger Zeit leicht durch Strafsenbahnen erreichbar sind. In einigen Städten hat man die alten Festungswerke zur Schaffung derartiger Anlagen benutzt, welche dann einen sehr zweckmäfsigen Übergang von der Altstadt zu den Vorstädten bilden, so beispielsweise in Würzburg, Bremen, Frankfurt u. s. w.

Bei Parkanlagen herrscht der landschaftliche Charakter vor, man wird Blumenbeete nur selten in Anwendung bringen, sondern durch Abwechselung von Baumgruppen

---

[34]) Stübben, Städtebau. S. 167.

mit Rasenflächen und Gruppen von niedrigen Gesträuchern die richtige Wirkung zu erreichen suchen. Regelmäfsig angelegte Wege sind nicht zweckmäfsig, es ist auch gar nicht nötig, dafs der Platz besonders eben sei, man wird im Gegenteil vorhandene Erhebungen schonen und die Wegrichtung dem Gelände anzupassen haben. In technischer Beziehung ist zu bemerken, dafs es genügt, die durchziehende Fahrstrafse zu chaussieren, Fufswege zu bekiesen, die Rasenflächen u. s. w. sind erhöht zu halten, Einfriedigungen meist unnötig. Die Ausgestaltung derartiger Parkanlagen wird vorzugsweise Sache von Gartentechnikern sein. Überhaupt dürfte es sich für den Strafsenbauingenieur einer Stadt empfehlen, bei Aufstellung der Entwürfe für städtische Plätze und ihrer Ausbildung nicht einseitig vorzugehen, sondern tüchtige Architekten zu Rate zu ziehen, da die Form und Gröfse der Plätze, ihre Lage im Stadtplan und ihre Ausbildung mit der Architektur der benachbarten Gebäude und dem Charakter der Stadt in Einklang gebracht werden müssen.

B. Die Fahrbahnen städtischer Strafsen.

§ 4. Querprofile und Entwässerung städtischer Strafsen.

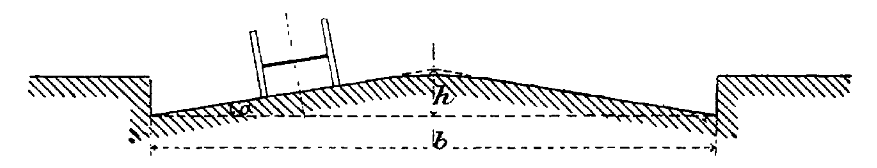
1. Das Querprofil städtischer Strafsen. Während bei Strafsen im Freien Fahrbahn, Fufsweg, Sommerweg u. s. w. meist nicht scharf voneinander getrennt sind, ist es für städtische Strafsen Bedingung, Fufsweg und Fahrstrafse zu scheiden und durch erhöhte Lage der Fufswege die Fufsgänger vor den Fuhrwerken zu schützen. Die Ableitung des Regenwassers geschieht nur in seltenen Fällen durch Gräben, da diese viel Gelände beanspruchen und den Verkehr gefährden. Statt solcher sind zwischen Fufs- und Fahrweg Kandel (Gossen) vorhanden, von denen aus das Wasser in die unterirdischen Strafsenkanäle abfliefst. — Das Quergefälle der Fahrbahn wird geringer, als bei Strafsen im Freien, um den Verkehr weniger zu belästigen; es ist dies auch dadurch gerechtfertigt, dafs auf den Bau und die Unterhaltung städtischer Strafsen mehr Sorgfalt verwendet wird, und man kann etwa folgende Werte für die Überhöhung der Mitte im Verhältnis zur Strafsenbreite annehmen:

Für Chaussierung . . . . $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{50}$

für gepflasterte Strafsen . . . . . . $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{80}$

für Asphaltstrafsen . . . . $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{150}$

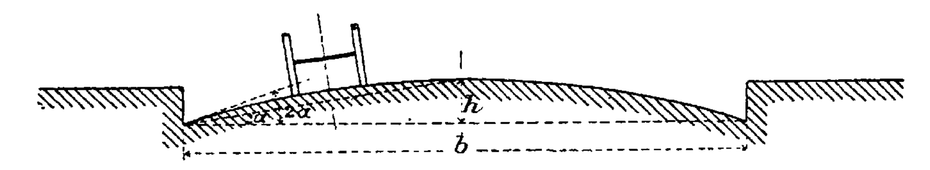
Abb. 32. *Dachförmige Bildung der Strafsenoberfläche.*



Bei städtischen Strafsen wird im Gegensatz zu den Landstrafsen, für welche wir im Kap. I (S. 75) das dachförmige Profil als das gewöhnliche bezeichnet haben, die Kreisform gewählt. Die letztere hat zwar den Nachteil, dafs die Steigung der Strafsenoberfläche am Rand der Fahrbahn doppelt so grofs ist, als die Strafsenneigung beim dachförmigen Profil (Abb. 32) oder als die mittlere Neigung des Kreisprofils (Abb. 33), dafs somit ein längs des Strafsenrandes sich bewegendes Fuhrwerk leichter auf die Seite gleitet, namentlich bei vorhandener Schneebahn; dieser Nachteil tritt aber bei städtischen Strafsen mit Rücksicht auf die geringe Wölbung weniger hervor.

Dagegen hat die Kreisform hier vor der geraden Form entschiedene Vorteile, wie aus folgender Betrachtung hervorgeht: Auf städtischen Strafsen bewegen sich die Fuhrwerke nicht in der Mitte, sondern verfolgen, mit Rücksicht auf das notwendige Ausweichen und gemäfs polizeilicher Vorschrift, je nach der Fahrrichtung stets die eine Strafsenseite (s. Abb. 32). Die Mitte der Strafsenhälfte wird hiernach am meisten abgenutzt, auch werden hier notwendige Setzungen entstehen, wenn das Strafsenpflaster nicht auf unnachgiebiger Unterlage (Beton) gegründet ist.

Abb. 33. *Strafsenwölbung nach der Kreislinie.*

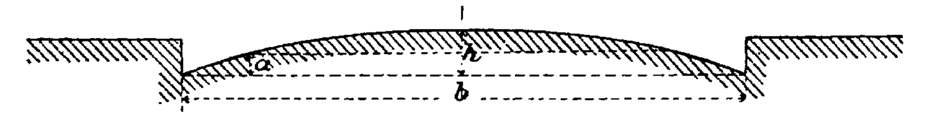


Bei gerade begrenzter Strafsenoberfläche müssen deshalb notwendig Mulden in der Oberfläche sich bilden, welche schlecht aussehen und den Abflufs des Wassers hindern, während bei kreisförmiger Oberfläche konkave Formen nicht entstehen; als weiterer Vorteil ist zu bezeichnen, dafs bei Regenwetter das im Kandel fliefsende Wasser besser zusammengehalten ist und weniger breite Flächen der Fahrbahn von Wasser überdeckt sind, es wird deshalb die Kreisform als die richtige zu empfehlen sein, allerdings unter der Voraussetzung, dafs die Wölbung h nicht zu grofs genommen wird.

Bei der oben für gepflasterte Strafsen empfohlenen Wölbung von $h = {}^1/_{50}\, b$ wird das mittlere Seitengefälle $tang\, \alpha = \frac{h}{{}^1/_2\, b} = \frac{{}^1/_{50} \cdot b}{{}^1/_2\, b} = 4\%$ und das Seitengefälle am Strafsenkandel $= 8\%$. Diese Gefälle sind für die Wasserableitung gerade genügend, für die Fuhrwerke aber auch nicht zu grofs, da ein auf der Mitte der Strafsenhälfte sich bewegendes Fuhrwerk auf einer Querneigung von nur 4% steht, also genau so, wie wenn die Strafsenoberfläche aus Geraden gebildet wäre (s. Abb. 33). Ein Herabrutschen der Fuhrwerke bis zum Randstein der Fufswege ist allerdings bei Schneebahn oder auf glatter Asphaltstrafse möglich, es mufs aber hier schon aus anderen Gründen dafür gesorgt werden, dafs Laternenpfähle u. s. w. nicht zu nahe am Fufswegrand angebracht sind (vergl. hierüber § 12).

Bei stark ansteigenden Strafsen kann die Wölbung bis zu $^1/_{60}$ verringert werden, bei nahezu wagerecht liegender gepflasterter Strafse ist aber eine Wölbung von $^1/_{50}$ oder eine mittlere Querneigung von 4% als das Mindestmafs zu bezeichnen, weil sonst die Entwässerung der Strafsenoberfläche notleidet.

Abb. 34. *Strafsenwölbung nach der Kreislinie mit tangentialer Fortführung an den Seiten.*



Bei Strafsenbefestigungen auf Betonunterlage, wie bei Holzpflaster oder Asphaltbelag, sind einseitige Setzungen ausgeschlossen und kann die Wölbung geringer angenommen werden. Es ist dies auch deshalb nötig, weil auf Holz und Asphalt die Fuhrwerke und Zugtiere leichter gleiten, als auf dem rauhen Pflaster (vergl. § 5); es dürfte sich aber hier empfehlen, um das Regenwasser besser zusammenzuhalten, dem Kandel ein gröfseres Gefälle von wenigstens 6% zu geben, wodurch ein Profil nach Abb. 34 entsteht. Für den mittleren Teil der Strafse empfiehlt sich hier ebenfalls die Kreisform,

weil gerade Begrenzungslinien immer den Eindruck machen, als ob die Strafsenoberfläche eine ausgehöhlte Form habe, was sehr unschön aussieht.[35])

2. Die **Fufswege** erhalten ein kleines Gefälle nach der Fahrbahn zu, für welches als passendes Mafs je nach dem Material $1\frac{1}{2}$ bis 3 % angenommen wird.

Das Mafs der Überhöhung des Fufsweges über die Fahrbahn kann in solchen Strafsen, die genügendes Gefälle haben, konstant angenommen werden, für Strafsen unter $\frac{1}{2}$ % reicht das Gefälle zur Abführung des Wassers im Kandel nicht hin, so dafs es dadurch vermehrt werden mufs, dafs man den Abstand der Kandelsohle von der Fufswegoberkante veränderlich macht (s. Abb. 5, Taf. XI) und je an den tiefsten Punkten Strafsenabfallschächte anbringt. Das Mafs der Randsteinhöhe kann aber nur innerhalb enger Grenzen, etwa zwischen 8 bis 20 **cm** sich ändern, da bei zu grofser Höhe das Herabsteigen vom Fufsweg unbequem ist, und bei zu geringer Höhe der Schutz gegen die Fuhrwerke verloren geht. Wo der Kandel parallel zur Strafsensteigung liegt, ist ein Mafs von 12 bis 15 **cm** zu empfehlen. Der Fufsweg ist immer durch behauene Randsteine eingefafst und es erhält hiernach die Strafsenoberfläche die Form, wie sie schon oben in § 2, Abb. 15 (S. 228) als die gewöhnliche angeführt wurde, und wie sie auch aus den Profilen 1 bis 10, Taf. X zu ersehen ist. Diese sämtlichen Profile zeigen symmetrische Anlagen, es kommt aber auch vor, dafs die Fufswege auf beiden Seiten ungleich breit sind, wie in Abb. 21, Taf. X eine in der Umgebung Stuttgarts ausgeführte Strafse zeigt, oder ungleich hoch, wie Abb. 11, letzteres kommt in bergigem Gelände häufig vor und es kann in diesem Fall die Strafse wohl auch ohne Wölbung mit Gefäll nach einer Seite hergestellt werden.

Obgleich in neuerer Zeit die erhöhten Fufswege immer mehr an Ausdehnung gewinnen und auch in kleineren Städten Eingang gefunden haben, findet man sehr häufig, namentlich in älteren Stadtteilen und fast ausnahmslos in Dörfern, andere Profile, bei welchen der Fufsweg zwar auch durch den Kandel von der Fahrbahn getrennt, aber nur wenig oder gar nicht erhöht liegt. Diese Anordnung ist für den Fufsgänger viel weniger bequem und für Städte nicht zu empfehlen, für Dörfer aber, wo Bequemlichkeitsrücksichten weniger in Betracht kommen, hat sie bei gröfserer Wohlfeilheit den Vorteil, dafs auch in engen Strafsen Fuhrwerke ausweichen können, dafs ferner die Hausbesitzer leere Wagen vor dem Hause stehen lassen können und besondere Hofeinfahrten wegfallen. Die Anordnung, welche Abb. 2, Taf. XI darstellt, ist deshalb für Dorfstrafsen ganz zweckmäfsig.

Eine von der gewöhnlichen abweichende Anordnung zeigen die Strafsen italienischer Städte (s. Abb. 14, S. 225). Beispiele s. Abb. 1 u. 34, Taf. XI und Text-Abb. 14. Ein Beispiel von Querprofilen älterer städtischer Strafsen ist aus Abb. 1, Taf. X ersichtlich.

3. **Strafsenkreuzungen** sind bezüglich der Anordnung im Lageplan schon oben beschrieben worden (§ 3, S. 231). Wie dort erwähnt, ist eine starke Abrundung der Fufswege nur bei schmalen Strafsen nötig, da das städtische Fuhrwerk im kleinsten Halbmesser sich bewegen kann, auch bei einigermafsen breiter Strafse der Fuhrmann sich einen gröfseren Einmündungsbogen aussuchen kann. Gewöhnlich geschieht dies aber nicht, der Fuhrmann folgt dem kleinstmöglichen Bogen, wie die Tatsache beweist, dafs die Fahrbahnen entlang der Fufswegabrundung am meisten abgenutzt sind.

Die gemeinschaftliche Fläche der beiden sich schneidenden Strafsen, welche streng genommen den Schnitt zweier Zylinderflächen darstellen würde, mufs dadurch umgeformt

[35]) Die von Genzmer (Städt. Tiefbau, S. 103) empfohlenen Quergefälle von 2 bis $2\frac{1}{2}$ % sind offenbar viel zu gering, so viel gibt man den aus glattem Material hergestellten Fufswegen: die geraden gebrochenen Begrenzungsflächen erscheinen unzweckmäfsig, bei der Ausführung wird von selbst die Kreisform erscheinen.

werden, dafs man die sich bildenden Kehlen ausrundet; ist die eine der Strafsen stark geneigt, so wird ihre Richtungslinie gebrochen, um das Querprofil der gekreuzten Strafse nicht zu sehr zu verunstalten und das Einfahren namentlich bei beeister Fahrbahn zu erleichtern (s. oben S. 223). Die Abb. 19, Taf. IX zeigt die Kreuzung einer mit 8 % geneigten, mit einer nahezu wagerechten Strafse (Sänger- und Urbanstrafse in Stuttgart). Die Kreuzung selbst hat nur 2 % Steigung und ist demgemäfs, entsprechend Abb. 11, Taf. X, das Querprofil der kreuzenden Strafse mit ungleich hohen Fufswegen gebildet. Aus Abb. 6, Taf. XI ist das zusammenhängende Längenprofil einer solchen stark geneigten Strafse und deren Durchschneidung mit Querstrafsen ersichtlich. Um unsymmetrische Profile nicht auf die ganze Strafsenlänge durchführen zu müssen, ist die Anordnung getroffen, dafs der Höhenunterschied der gegenüberliegenden Randsteine auf der Querstrafse sich auf eine Hauslänge ausgleicht.

Abb. 35 u. 36. *Anordnung der Kandel bei Hofeinfahrten.*

Abb. 35.

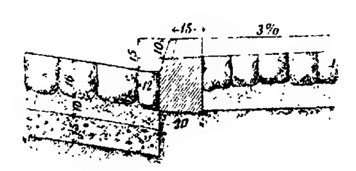
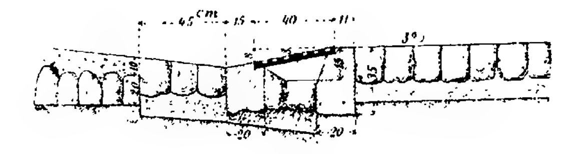
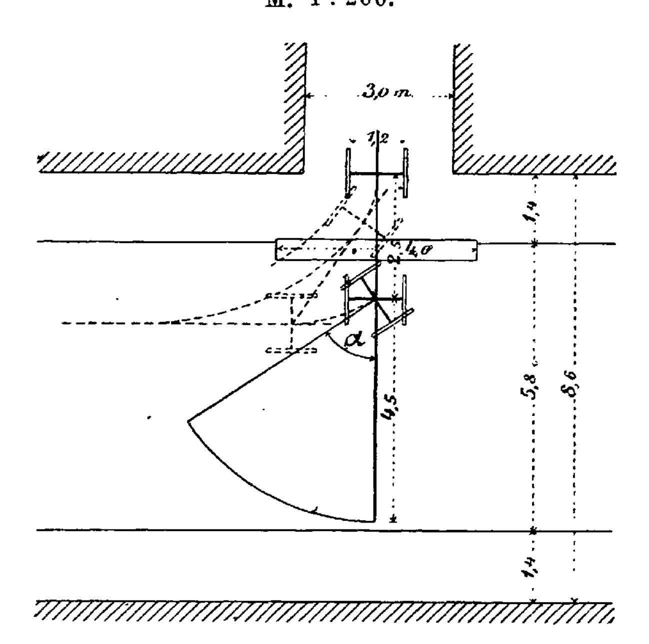


Abb. 36.



4. **Hofeinfahrten.** Die Überfahrt von der Strafsenfahrbahn über die erhöhten Fufswege ist immer mit einiger Unbequemlichkeit verbunden. Man kann entweder die Höhe der Randsteine in der Breite der Einfahrt auf 3 bis 5 **cm** über dem Kandel vermindern und durch Rampen die Verbindung mit dem Normalprofil herstellen (s. Abb. 35), diese Anordnung ist aber für die Fufsgänger nicht bequem und unterbricht in störender Weise die Oberfläche des Fufswegs. Da in den Strafsenkandeln immer nur geringe Wassermengen zum Abflufs gelangen, so wird man besser den Kandel überbrücken, wozu dicke Gufsplatten sich eignen, die in Falze der Randsteine eingreifen (s. Abb. 36), oder endlich kann man eine Auffahrtsrampe zum Fufsweg pflastern, wobei dann allerdings der Strafsenkandel nicht mehr gerade durchgeht und an Tiefe verliert. Werden solche Einfahrten nur selten benutzt, so ist es wohl am einfachsten, Fufsweg und Strafsenkandel ganz unverändert durchgehen zu lassen, und den Hauseigentümern zu überlassen, beim Einfahren kleine Holzbrücken einzulegen, die nachher wieder entfernt werden. Wird die Überfahrt über den Strafsenkandel nur gerade so breit, als der Radstand erfordert (1,8 bis 2,0 m), so kann bei der Einfahrt eines Wagens aus dem Hof in die Strafse das Vordergestell des Wagens erst wenden, nachdem die Hinterachse die Randsteine der Fahrbahn erreicht hat. Dann ist eine Breite der Strafsenfahrbahn von wenigstens 2,5 + 4,5 m erforderlich, um Wagen und Gespann aufnehmen zu können. Ist die Strafse schmäler, so mufs das Fuhrwerk schon wenden, wenn die Hinterachse den Hausrand erreicht hat, dann mufs aber die Brücke über den Strafsenkandel breiter sein, wie aus Abb. 37 zu ersehen ist. Durch eine ähnliche Zeichnung läfst sich

Abb. 37. *Ausfahrt eines Wagens aus einem Hof.* M. 1 : 200.



nachweisen, dafs bei dieser Anordnung auch eine Einfahrt in die Gebäudehöfe leicht sich bewerkstelligen läfst.

5. **Ringstrafsen, Boulevards** u. s. w., für die wir oben den Namen Prachtstrafsen vorgeschlagen haben, sind meist mehrfach geteilt, die längs den Häusern sich hinziehenden Fufswege sind wie bei anderen städtischen Strafsen immer erhöht, die Mittelpromenaden, Reitwege u. s. w. in der Regel ebenfalls, es kommt aber auch vor, dafs nur behufs Ableitung des Wassers deren Oberfläche die nötige Wölbung erhält, als Grenze gegen die Fahrbahnen aber nur flache Kandel angebracht sind, ohne erhöhte Randsteine. Gartenbeete und sonstige Anpflanzungen liegen meist etwas höher als die angrenzenden Fufswege, hie und da sind sie aber vertieft angelegt (englische Anlage). Auf diese Art entstehen die mannigfachsten Querprofilformen, von denen auf Taf. X u. XI mehrere dargestellt sind.

Die einfachste Form, Fahrstrafse mit baumbesetzten Fufswegen, zeigen das Boulevard Sebastopol, Paris (Abb. 27, Taf. X), die Potsdamer Strafse, Berlin (Abb. 6, Taf. X) und verdienen solche Anlagen nur wegen ihrer grofsen Breite den Namen Boulevard. Hierher gehört auch der am botanischen Garten in Brüssel sich hinziehende Boulevard mit breitem Spazierweg auf der Seite des Gartens (Abb. 23, Taf. X). Weiter ausgebildet sind die Avenue de l'Alma (Abb. 24, Taf. X), Avenue des Champs Elysées u. s. w. in Paris, welche neben einer in der Mitte liegenden Fahrbahn zwei mit je zwei Baumreihen besetzte Spazierwege und zwei Fufssteige enthalten, eine in Paris sehr häufig angewandte Anordnung. Als Nachteil ist zu bezeichnen, dafs man an den Fufswegen nicht anfahren kann, und bei der Einfahrt in die Höfe der Gebäude der Spazierweg gekreuzt werden mufs. Dieser Nachteil wird vermieden, wenn an einem Mittelgang zwei Fahrstrafsen sich anschliefsen, es kommt diese Anordnung in Deutschland nicht selten zur Anwendung, so bei dem neuen Boulevard in Mainz und bei der Ringstrafse in Köln (s. Abb. 20, Taf. X).

In Belgien kommen 3 Fahrbahnen mit 2 Zwischenwegen häufiger vor, so bei den Boulevards in Antwerpen (Abb. 22 u. 29, Taf. X). Als sehr zweckmäfsig ist hier die Lage der Trambahnen zu bezeichnen, welche an den nicht mit Gebäuden besetzten Fufswegen liegen, so dafs die Zufahrt zu den Gebäuden in keiner Weise behindert ist.

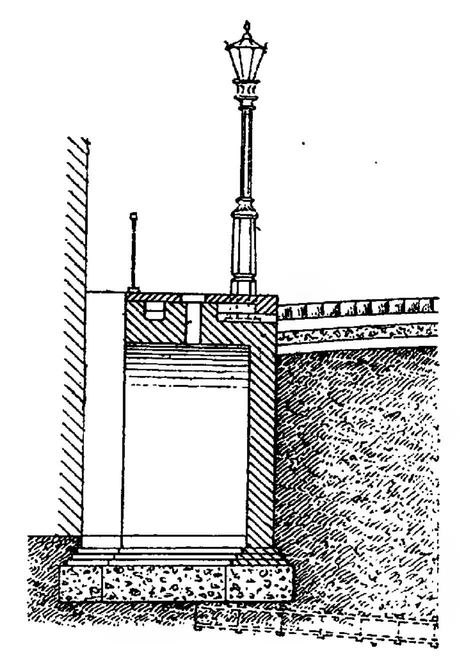
Abb. 26, Taf. X stellt die neue Bismarckstrafse in Charlottenburg vor, die eine Fahrbahn für den Durchgangsverkehr und zwei solche für den örtlichen Verkehr hat. Zwischen der ersteren und einer der letzteren liegen 2 Strafsengleise auf gesondertem Planum, durch erhöhte Fufswege von den Fahrstrafsen getrennt. In möglichster Entfernung von den Strafsengleisen liegt der Reitweg, zu beiden Seiten sind erhöhte Bürgersteige mit Baumsatz angebracht (s. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906).

Als wirkliche Prachtstrafse ist der Boulevard de Waterloo in Brüssel zu bezeichnen, der aufser drei Fahrstrafsen einen Reitweg von 10 m Breite mit zwei Baumreihen und eine Promenade von 32,8 m enthält. Der Tramway liegt passend am Reitweg und belästigt in keiner Weise den Strafsenverkehr (s. Abb. 28, Taf. X). Aufser den angegebenen finden sich noch verschiedene andere Anordnungen; die mit englischen Anlagen geschmückte Ringstrafse der neuen Kölner Stadterweiterung (Kaiser Wilhelm-Ring) ist schon oben erwähnt (s. Abb. 20, Taf. X).

6. **Strafsen mit Vorgärten** (s. Abb. 13 u. 14, Taf. X) bilden den Übergang von den gewöhnlichen Strafsen zu den Prachtstrafsen. In der Anordnung unterscheiden sie sich von den gewöhnlichen Strafsen dadurch, dafs sie einen Baumsatz auch bei verhältnismäfsig geringer Strafsenbreite zulassen (vergl. § 10). Sodann brauchen bei einer Strafse mit Vor-

gärten die Fluchtlinien der Gebäude nicht in durchlaufender Linie zu liegen, da die eigentliche Strafse durch den äufseren Rand der Fufswege — die Eigentumsgrenze — festgelegt ist, nur die letztere soll ohne Absätze durchlaufen (vergl. oben S. 206). Den Architekten steht es deshalb frei, die Vorderfronten der Gebäude beliebig auszubilden; nur wird zu verlangen sein, dafs sie parallel dem Fufswegrand verlaufen, auch ist für vorhandene Vorbauten ein kleinster Abstand vom Fufswegrand vorzuschreiben. Strafsen mit Vorgärten tragen viel zum vornehmen Aussehen einer Stadt bei, sie haben auch den Vorzug, dafs wenn später durch sich geltend machende Verkehrsvermehrung eine Erbreiterung der Strafse sich als nötig herausstellt, diese ohne unverhältnismäfsige Kosten sich durchführen läfst.

Abb. 38. *Unterwölbte Fufswege in englischen Strafsen.* M. 1 : 110.



In englischen Städten sind häufig die Gebäude ebenfalls vom Fufsweg zurückgerückt, der freie Raum ist aber dann als kleiner tiefliegender Hof ausgebildet, der in der Höhe des Kellerraums liegt und den Zugang zu dem unter dem Fufswege liegenden Kohlenkeller bildet (s. Abb. 38).

In Amerika ist dieses Zurücksetzen der Gebäude ebenfalls häufig anzutreffen, der freie Raum wird aber in mannigfaltigster Weise als Zugang zu den Kellerräumen, als einfacher Vorplatz vor Verkaufsläden, oder zum Aufstellen von Verkaufsständen für Obst, von Schaukasten, für Stände von Schuhputzern, zum Anbringen von Hausschildern u. dergl. benutzt. Nimmt man hierzu noch die auf den Fufswegen stehenden (meist hölzernen) Pfosten der Telephonleitungen u. s. w. hinzu, so entsteht ein Strafsenbild, das wenn auch unruhig und dem Europäer ungewohnt, doch eines gewissen Reizes nicht entbehrt.

Zu den eigenartigen Anordnungen der Strafsenprofile können auch die sogenannten Lauben gerechnet werden. Es sind Gänge unter den Häusern, welche den Fufsverkehr aufnehmen, in manchen Strafsen von Italien, auch da und dort in älteren deutschen Städten und in der Schweiz zu finden sind, aber bei Neuanlagen wohl nicht mehr in Frage kommen.

7. Strafsen in städtischer Umgebung. Die Nähe grofser Städte gibt sich meist in den auf sie zu führenden Strafsen nicht nur durch gröfsere Breite, sondern auch durch reichere Ausstattung zu erkennen. Es ist mindestens ein breiter erhöhter Fufsweg vorhanden, wie dies die Abb. 1, Taf. IV und Abb. 21, Taf. X zeigen. Statt einfacher Fufswege sind wohl auch breitere mit Bäumen besetzte Alleen oder besondere Fahrstrafsen für leichtes Fuhrwerk angeordnet. Statt der Strafsenkandel mit Randsteinen können noch gewöhnliche Strafsengräben oder flache gepflasterte Mulden dienen, da der Mehraufwand an Gelände hier weniger als in den Städten selbst in Betracht kommt.

Hierher können auch diejenigen Strafsen gerechnet werden, welche den Verkehr mit Bahnhöfen, Hafenanlagen u. s. w. zu vermitteln haben, also Bahnhofzufahrten und Vorplätze, sowie Querstrafsen an schiffbaren Flüssen oder Kanälen. Bei starkem Verkehr ist es angezeigt, den gewöhnlichen Strafsenverkehr vom Bahnhof- oder Hafenverkehr zu trennen und jedem besondere Fahrstrafsen anzuweisen. Ein Beispiel dieser Art zeigt Abb. 3, Taf. XI.

8. Entwässerungsanlagen städtischer Strafsen. Wir haben hier nur die oberflächliche Entwässerung ins Auge zu fassen, die Ableitung des in den Strafsenkandeln sich sammelnden Wassers geschieht in unterirdischen Kanälen, deren Bauart im III. Teil des Handbuchs, Wasserbau, Kap. IV behandelt wird. Wie schon oben besprochen, fliefst vermöge des der Fahrbahn und den Fufswegen gegebenen Seitengefälles das Regenwasser den Kandeln zu, welche in der Regel zwischen Fahrbahn und Fufsweg angelegt sind. In alten Städten waren die Kandel in der Strafsenmitte angelegt, es kann dies für sehr enge Strafsen, welche die Anlage erhöhter seitlicher Bürgersteige nicht gestatten, jetzt noch da und dort entschuldbar sein, als Regel gilt aber die oben von uns angegebene Strafsenform. Es sind auch Fälle denkbar, dafs das Regenwasser der Fahrbahn einseitig abgeleitet werden mufs, wie dies bei Strafsen im Freien auch vorkommt, das wichtigste ist aber, dafs die ganze Strafsenoberfläche der Fahrbahn und Fufswege eine Befestigung erhält, die in den einzelnen Streifen nicht aus dem natürlichen Erdboden besteht, wie beispielsweise die Bankette auf Strafsen im Freien, weil nur dann die Erhaltung einer glatten, wenig geneigten Strafsenoberfläche und die in Städten so notwendige Reinlichkeit denkbar sind.[36])

Abb. 39 bis 44. *Kandel-Anordnungen.* M. 1 : 50.

Abb. 39. *Alte Anordnung.* Abb. 40. *Anordnung in Stuttgart.* Abb. 41. *Altstadt Köln.*

Abb. 42. *Budapest.* Abb. 43. *Wien.* Abb. 44. *Freiburg.*

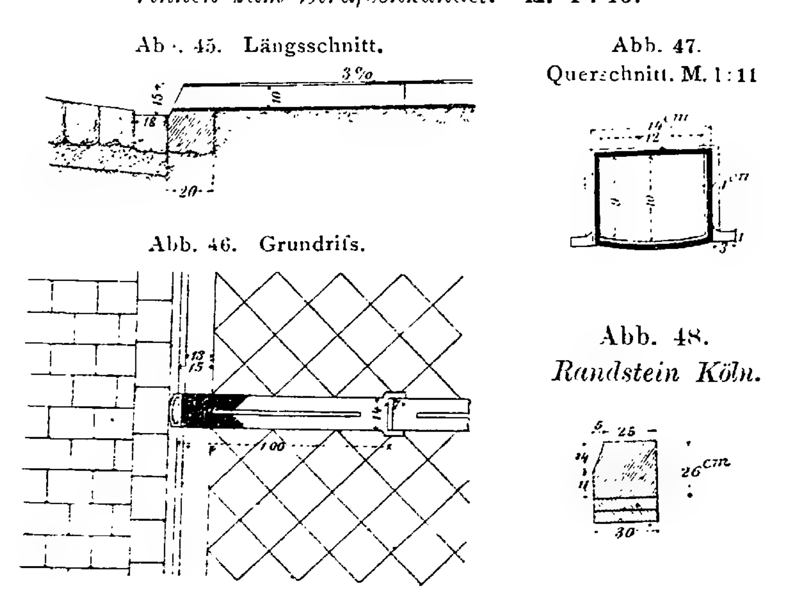
Die Befestigung der Oberfläche von Fahrbahn und Fufswegen werden später in §§ 5 bis 9 besprochen, hier soll nur die Anordnung der Strafsenkandel in Betracht gezogen werden. Kandel in Grabenform kommen da und dort vor, sie müssen jedenfalls gepflastert oder mit Platten ausgelegt sein, sind aber auch dann als unzweckmäfsig zu bezeichnen, aufser etwa auf Strafsen mit mehrfacher Teilung in städtischer Umgebung, wo sie die eigentliche Strafse von einem Spazier- oder Reitwege trennen. Der Graben hat hier den Vorteil, dafs der Untergrund entwässert wird, was man mit einem flachen Kandel nicht erreichen kann. Da aber im Innern der Städte nur flache Kandel möglich sind, so ist dies ein Grund mehr, die Fahrbahn so sorgfältig herzustellen, dafs die gesamte Strafsenoberfläche für das Wasser undurchdringlich ist. Wir haben vorzugsweise zwei Anordnungen zu unterscheiden; es wird der Kandel entweder durch das Pflaster allein gebildet, wie die Abb. 1, Taf. X und Text-Abb. 39 zeigen, oder es wird die Ecke neben dem Randstein als Kandel benutzt (Abb. 40 bis 43); hier und da kommt es wohl auch vor, dafs neben dem Randstein ein mit einer Mauer gegen die Strafse eingefafster Graben sich befindet (s. Abb. 44).

[36]) In russischen Städten ist vielfach nur ein schmaler Teil der Fahrbahn chaussiert, weil bei der aufsergewöhnlichen Breite der Strafsen und dem teuren Steinmaterial die Kosten für Befestigung der ganzen Breite nicht aufzutreiben sind. Die Strafsen sind aber auch in traurigem Zustande und das Kreuzen einer Strafse bei schlechtem Wetter oft unmöglich.

Die erstgenannte Anordnung (Abb. 39) hat den einzigen Vorteil, dafs Fufsgänger, wenn sie unabsichtlich vom Fufswege herabsteigen, nicht in den Kandel treten, die Breite *ab* ist aber für den Fufsweg sowohl, als auch für die Fahrbahn verloren. Üblicher ist es daher, den Kandel hart an den erhöhten Randstein zu legen, die Fahrbahn kann im Falle der Not bis zum Randstein benutzt werden, die kleine vertiefte Rinne hält das Wasser mehr zusammen und es wird die Anordnung der Abb. 40 als die wohlfeilste am häufigsten angewendet. Die Pflasterreihe, welche den Kandel bildet, braucht nicht um mehr als 1 bis 2 cm tiefer zu liegen, als das anschliefsende Pflaster; die kleine Rinne genügt allerdings zur Abführung des Regenwassers nicht, es hat aber auch nichts zu sagen, wenn während der Dauer eines Platzregens das Wasser etwas weiter in die Strafsenfläche hineintritt. Es darf aber das Seitengefäll der Strafse gegen den Randstein nicht zu gering angenommen werden, und es werden hierfür 6 bis 8% als zweckmäfsig empfohlen (vergl. § 4, Abb. 33 u. 34, S. 241), bei geringerem Gefälle wird das Wasser nicht genügend zusammengehalten. Die Anordnung Abb. 44 kann in kleinen Städten, welche keine Wasserleitung besitzen, von Wert sein, indem man den kleinen Kanal zur Durchleitung von reinem Wasser durch die Strafsen benutzt, das für Feuerlösch- oder gewerbliche Zwecke erforderlich ist (Freiburg, Reutlingen). Bei starkem Strafsenverkehr ist aber diese Anordnung nicht zu empfehlen oder es sind die Kandel mit eisernen Gittern zu überdecken. Sie ist selbstverständlich nur da anwendbar, wo reines Wasser in genügender Menge zur Verfügung steht. Die Strafsenkandel müssen genügendes Längengefälle haben (s. oben S. 242), mindestens $^1/_2$%. Um die Ansammlung zu grofser Wassermengen im Kandel zu vermeiden, müssen in Abständen von 30 bis 50 m Abfallschächte angebracht sein, deren Ausführungsweise im III. Teil des Handbuchs, Wasserbau, Kap. IV, näher beschrieben ist.

Bei neueren vollkommeneren Entwässerungsanlagen grofser Städte wird das von den Gebäuden abfliefsende Brauchwasser stets, das Regenwasser von Hofräumen und Dächern in der Regel, mittels unterirdisch verlegter Röhren den in den Strafsen liegenden Entwässerungskanälen zugeführt, so dafs dieses Wasser mit der Strafsenoberfläche gar nicht in Berührung kommt.

Abb. 45 bis 48. *Zuführung des Abwassers der Dachrinnen zum Strafsenkandel.* M. 1 : 45.



Bei älteren Gebäuden wird man, sobald neue Entwässerungsanlagen in den Strafsen entstehen, Leitungen für das unreine Brauchwasser anschliefsen, damit dieses nicht die Strafsenkandel beschmutzt. Das Abwasser der Dachrinnen kann aber in Orten mit gemäfsigtem Klima unbedenklich den Strafsenkandeln zugeführt werden, nur darf es nicht in offenen Rinnen über die Fufswege, sondern mufs in Röhren geleitet werden (s. Abb. 45 bis 47). Der oben in der Röhre angebrachte Schlitz gestattet, die in den engen Röhren sich aufstauenden Unreinigkeiten zu entfernen. In kalten Wintern entstehen bei dieser Anordnung allerdings leicht Verstopfungen durch Eisbildung. Abb. 48 zeigt einen in Köln verwendeten Randstein.

§ 5. Herstellung der Fahrbahnen gepflasterter Strafsen. Die Fahrbahnen der Strafsen in Städten können ebenso eine Befestigung durch Steinschlag erhalten, wie die gewöhnlichen Landstrafsen, der Steinschlag empfiehlt sich durch die geringen Anlagekosten und durch das geringere Verkehrsgeräusch, auch sind bei schwachem Verkehr, wie solcher gewöhnlich in den Wohnstrafsen, namentlich in den äufseren Stadtteilen herrscht, die Unterhaltungskosten gering, weshalb auch in Grofsstädten noch viele chaussierte Strafsen angetroffen werden. — Sobald aber der Verkehr stark ist, zeigen sich die Nachteile des Steinschlages in vollem Mafse, die Staub- und Schlammbildung, ebenso die öfter nötig werdenden Ausbesserungen belästigen die Anwohner und den Verkehr selbst in hohem Grade, die Unterhaltungskosten wachsen ins Ungemessene und es ergibt sich die gebieterische Notwendigkeit, städtische Strafsen, welche starken Verkehr aufweisen, mit Pflasterung zu versehen. Gerade in gegenwärtiger Zeit macht sich in allen Grofsstädten das Bestreben geltend, den minderwertigen Steinschlag durch Pflasterungen zu ersetzen, indem die hohen Anlagekosten für das Pflaster sich durch geringe Ausgaben für die Unterhaltung und durch die gröfsere Annehmlichkeit für den Verkehr und die Umwohner ausgleichen.

Die Steinschlagbahnen städtischer Strafsen erhalten dieselbe Ausbildung wie gewöhnliche Landstrafsen (vergl. Kap. I), der Unterschied besteht nur darin, dafs der Steinschlag durch gepflasterte Kandel und durch erhöhte Fufswege begrenzt ist, wie aus den betreffenden Querschnittabbildungen der Taf. X zu ersehen ist.

Eine auf städtischen Strafsen angewendete Abänderung des Steinschlags besteht darin, dafs man die Steinschlagmasse nach der Fertigstellung mit Teer ausgegossen hat, um die einzelnen Teile besser miteinander zu verbinden. In Liverpool wurde schon im Jahre 1878 diese Ausführungsweise angewendet (vergl. auch Kap. I, § 19, S. 144 „Ölen und Teeren der Steinschlagstrafsen").

Je nach Lage und Bedeutung der Strafsen besteht die Pflasterung entweder aus natürlichen oder künstlichen Steinen, aus Asphalt oder Holz und es sollen im folgenden die verschiedenen Pflasterungen der Reihe nach besprochen werden:

1. Pflaster aus natürlichen Steinen. Von einem guten Pflaster verlangt man eine von Unebenheiten frei bleibende widerstandsfähige Oberfläche, guten Anschlufs der einzelnen Steine aneinander und eine feste Lage der Pflastersteine, so dafs Drehungen oder Senkungen einzelner Steine vermieden werden. Das Pflaster besteht deshalb immer aus einer Grundlage und dem eigentlichen Pflasterkörper. Wie der Steinschlag sollte auch das Pflaster für das Wasser undurchdringlich sein, um das Eindringen unreiner Stoffe in den Untergrund der Strafse zu verhindern. Es läfst sich dies aber nicht vollständig erreichen, da meist die Grundlage des Pflasters aus durchlässigem Material (Sand oder Kies) besteht. Immerhin mufs man suchen, die Undurchlässigkeit durch Anwendung möglichst enger Fugen zwischen den Pflastersteinen, durch sorgfältige Ausfüllung der Fugen und möglichst gleichmäfsige Beschaffenheit der Strafsenoberfläche wenigstens annähernd zu erreichen. Von der Pflasterunterlage wird eine gewisse Elastizität verlangt, um das Fahren angenehmer zu machen und das Fahrgeräusch zu dämpfen. Diese Elastizität besitzt ein Betonfundament nicht, es ist deshalb nicht besonders als Pflastergrundlage zu empfehlen, wenn es auch die Bedingung der Wasserundurchdringlichkeit vollständig erfüllt. Ein Betonfundament wird deshalb auf solche Strafsenstrecken zu beschränken sein, die sehr schweren Verkehr aufweisen, wo also die Rücksicht auf grofse Widerstandsfähigkeit die übrigen Anforderungen in den Hintergrund drängt.

Je nach der Form der Steine unterscheidet man rauhes Pflaster und Reihenpflaster, ersteres aus unregelmäfsigen, gar nicht oder nur unvollkommen bearbeiteten

Steinen, letzteres aus regelmäſsigen, gleich breiten, in den Fugen mehr oder weniger schlieſsenden, ganz oder annähernd gleich hohen Steinen bestehend.

a) Rauhes Pflaster (wenn es aus Rollkieseln besteht, auch Wackenpflaster genannt) wird angewendet, wo brauchbare, regelmäſsig geformte Pflastersteine nur mit unverhältnismäſsigen Kosten beigeschafft werden können. Es ist, wenn an Bequemlichkeit für den Verkehr und an Reinlichkeit keine zu hohen Anforderungen gestellt werden, also in Dorfstraſsen und städtischen Nebenstraſsen, oder als vorläufige Straſsenbefestigung immerhin verwendbar. Man gibt den Steinen eine annähernd ebene Oberfläche, bearbeitet auf geringe Höhe die Seitenflächen so weit, daſs die Steine mit nicht zu groſsen Zwischenräumen aneinanderschlieſsen und versetzt sie ähnlich dem Zyklopenmauerwerk ohne Verband nebeneinander. Häufig unterbleibt jegliche Bearbeitung der Steine mit Ausnahme etwa der Oberfläche. Es können auch aus runden Fluſskieseln durch Zerspalten brauchbare Pflastersteine gewonnen werden. Die Spaltfläche bildet die Oberfläche und durch Brechen der scharfen Seitenkanten werden die Stoſsfugen gebildet (s. Abb. 49). Die Hauptbedingung ist nur die, daſs Steine von möglichst gleichen Abmessungen zur Verwendung kommen, also ein Auslesen der Pflastersteine stattfindet. Unstatthaft ist es, Zwischenräume durch kleine Schiefer auszufüllen; diese werden lose oder setzen sich. Ein Beispiel der Verwendung von Rheinkieseln zeigen die Fuſswege der Stadt Freiburg, welche aus flachen Kieseln von rund 6 bis 10 cm Länge, 2 bis 4 cm Breite, in Sand gepflastert, bestehen, und bezüglich des Aussehens und gleichmäſsiger Oberfläche nichts zu wünschen übrig lassen. Für schweres Fuhrwerk ist derartiges Pflaster nicht brauchbar, die Steine drehen sich unter der Last der Räder, setzen sich ungleich, und die Straſse bildet bald eine unebene Oberfläche, die schlechter zu begehen und zu befahren ist, als eine mangelhafte Steinschlagbahn, und die auch Veranlassung gibt, daſs unreines Wasser in den Boden eindringt.

Abb. 49. *Rauhes Pflaster.*

In oberitalienischen Städten wird derartiges Wackenpflaster, aus abgerundeten Steinen kleinster Sorte (rund 6 cm breit, 10 cm lang, 10 bis 12 cm hoch) bestehend, sehr häufig angewandt, und zwar in den belebtesten Straſsen (Como, Verona, Mailand); es sind aber für das schwere Fuhrwerk besondere Quaderbahnen gebildet (s. Abb. 1, Taf. XI), welche aus Granitplatten von 0,75 auf 0,20 m bestehen, deren Entfernung genau der Spurweite der Wagen (1,45 m) entspricht. Diese Ausführungsweise darf wohl noch als ein Überbleibsel aus römischer Zeit angesehen werden.

b) Kleinpflaster. Dieses ist schon oben bei Landstraſsen erwähnt, wo es zuerst als Ersatz für die gewöhnliche, viel Nachteile bietende Chaussierung zur Anwendung gekommen ist (s. Kap. I, S. 101). Man hat nun in neuerer Zeit — die Versuche gehen auf das Jahr 1897/1898 zurück — auch in Städten angefangen, auf Straſsen mit mittelstarkem Verkehr Kleinpflaster zur Ausführung zu bringen. Nach einer Zusammenstellung des Tiefbauamtes Düsseldorf vom Mai 1902 sind in etwa 15 Städten Versuche über Verwendung von Kleinpflaster gemacht worden, welche, mit Ausnahme von Berlin, zufriedenstellend ausgefallen sind. Es liegen beispielsweise in den Vororten von Köln 8300 qm, in Frankfurt a. M. 11000 qm, in Magdeburg 15000 qm, in Braunschweig 43000 qm. In Frankfurt a. M. liegt auf einer Straſse, welche einen Verkehr von rund 1400 Zugtieren f. d. Tag aufweist, derartiges Pflaster seit 8 Jahren ohne Ausbesserung. Das Pflaster befindet sich noch in ganz gutem Zustande. Es wird etwa anzunehmen sein,

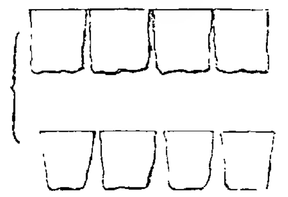
dafs die Dauer des Kleinpflasters derjenigen von 3 bis 4 Schotterdecken entspricht; der Preis beträgt etwa 4,5 bis 6,0 M. für das Quadratmeter.

Die Nachteile, welche in städtischen Strafsen der Chaussierung anhängen (s. oben S. 248), drängen nun in neuester Zeit auf ihre Entfernung. Es wären aber meist ganz unverhältnismäfsig hohe Summen erforderlich, den Umbau rasch zu vollziehen. Deshalb ist es empfehlenswert, Strafsen mit mittelstarkem Verkehr mit Kleinpflaster, welches nur etwa 1/3 der Kosten des gewöhnlichen Pflasters erfordert, zu versehen. Sehr stark befahrene Strafsen müssen allerdings sofort regelmäfsiges Pflaster erhalten.

Die Ausführung des Kleinpflasters ist schon oben (S. 102) beschrieben worden; es möge hier nur noch besonders hervorgehoben werden, dafs Kleinpflaster eine unnachgiebige Unterlage, somit am besten eine alte, fest eingefahrene Chaussierung verlangt. Ist solche nicht vorhanden oder mufs diese mit Rücksicht auf die Höhenlage der Strafse beim Umbau in Kleinpflaster herausgebrochen werden, so ist ein neuer fester Grundbau zu schaffen, der vor Aufbringen des Kleinpflasters gut abzuwalzen ist.



Abb. 50. *Kopfpflaster als Reihenpflaster.*



c) Reihenpflaster kann in verschiedener Art hergestellt werden. Immer ist die Oberfläche der Steine eben als Rechteck derart bearbeitet, dafs eine ganze Reihe aus Steinen gleicher Breite besteht, dagegen sind die Steine meist mehr oder weniger keilförmig gebildet, so dafs die Stofsfugen nur selten auf die ganze Höhe des Steins schliefsen (s. Abb. 50).

d) Würfelpflaster. Das vollkommenste Pflaster, das sogenannte Würfelpflaster, ist aus Steinen mit vollständig schliefsenden Stofsfugen gebildet, so dafs die Steine aus regelmäfsigen Parallelepipeden bestehen. Die Steine haben dann alle dieselbe Höhe und meist auch gleiche Länge. Ein Drehen der Steine und ungleichmäfsiges Setzen sind dann so gut wie ausgeschlossen. Da eine vollständig ebene Bearbeitung der Stofsfugen der Natur der Sache nach nicht möglich ist, so ergeben sich beim Würfelpflaster ziemlich breite Fugen (s. Abb. 51). Man zieht es deshalb häufig vor, eine geringe Abschrägung der Seitenflächen zuzulassen, wobei sich der Vorteil ergibt, dafs die Steine in der Strafsenoberfläche mit fast vollständig schliefsenden Fugen versetzt werden können. Man nennt dieses Pflaster im Gegensatz zum Würfelpflaster — Pflaster aus Kopfsteinen (siehe Abb. 50). Damit es dem Würfelpflaster nicht wesentlich nachsteht, wird verlangt, dafs die Steine gleiche Höhe haben und dafs die Standfläche nur um weniges kleiner ist als die Kopffläche. Eine Abweichung in der Breite zwischen Kopf und Fufs von 1 bis 2 cm erscheint zulässig; wird der Unterschied gröfser, so entstehen Kopfsteine zweiter und dritter Klasse, die für Strafsen mit starkem Verkehr nicht mehr brauchbar sind.

Abb. 51. *Würfelpflaster mit Grundbau.*



Die mehrfach beobachtete Erscheinung, dafs namentlich bei einseitiger Benutzung der Strafsenhälfte durch das „Rechts-“ bezw. „Linksfahren“, wie dies in grofsen Städten vorgeschrieben ist, die Steine entgegengesetzt zur Fahrrichtung kippen, wodurch eine Sägestellung derselben sich ausbildet[37]), rührt einerseits von mangelhafter Ausführung der Pflasterung, andererseits davon her, dafs Steine von zu geringer Breite der Fufsfläche verwendet werden. Bei Strafsen, welche von schwerem Fuhrwerk befahren werden, tritt diese Erscheinung häufiger hervor, infolge der hämmernden Wirkung der Räder

[37]) Siehe Fichtner. Deutsche Bauz. 1889, S. 427, auch v. Willmann, Strafsenbau. Fortschrittsheft II. 4, 1895, S. 58.

auf die den Fugen zunächst liegende Hälfte des Steines. Fester Unterbau, Sorgfalt bei Übernahme der Pflastersteine und satte Fugenausfüllung wird derartige Vorkommnisse verhüten.

Die Kopfsteine haben gegenüber dem Würfelpflaster den Nachteil, dafs sie nicht umgewendet werden können, aber der Wert, den die Möglichkeit des Umwendens gibt, wird häufig überschätzt, auch der wesentlich geringere Preis und die schmäleren Fugen in der Strafsenoberfläche haben dahin geführt, dafs man in neuerer Zeit häufig dem Kopfsteinpflaster auch in sehr verkehrsreichen Strafsen den Vorzug gibt. Im weiteren mag noch der Umstand berührt werden, dafs häufig an der Strafsenoberfläche nach und nach eine Abrundung der Steine sich herausbildet.[38]) Diese Abrundung entsteht dadurch, dafs durch das Hinüberfahren schwerer Wagen die Kanten der Steine abbröckeln, hierdurch erweitern sich die Fugen, die Stofswirkung der Räder wird vermehrt und die der Kante zunächst liegenden Teile der Pflastersteine müssen sich rascher abnutzen, als ihre Mitte. Meist trägt die Schuld dieser Erscheinung der Umstand, dafs die Steine in den Fugen zu stark abgeschrägt sind, namentlich aber mangelhafte Pflasterunterhaltung. Derartige Pflasterstrecken müssen mit entsprechender Umarbeitung der Steine umgepflastert werden. Welchen Einflufs hierbei die Anordnung der Pflasterfugen (ob senkrecht oder schräg zur Strafsenachse) ausübt, siehe weiter unten unter e.

In der Hauptstrafse von Stuttgart (Königstrafse) liegt Kopfpflaster aus Granit seit etwa 20 Jahren, ohne dafs namhafte Umpflasterungen nötig gewesen sind. Die Steine sind zwar 1 bis $1^1/_2$ cm, aber ziemlich gleichmäfsig abgenutzt, eine Abrundung der Oberfläche ist nirgends zu bemerken.

e) Verband und Gröfse der Pflastersteine. Beim Reihenpflaster werden aus Steinen gleicher Breite Pflasterreihen gebildet, so dafs die Längenabmessung der Steine in der Richtung der Reihe liegt, und die Stofsfugen der Reihen genügenden Verband erhalten. Beim Pflaster aus parallelepipedischen Steinen sind meist die Steine alle von gleicher Länge (zum Beginn und Schlufs der Reihen sind dann Steine von der halben Länge oder besser Steine von $1^1/_2$ facher Länge nötig). Die Reihen liegen entweder senkrecht zur Strafsenachse oder unter 45° geneigt, ersteres ist das gewöhnliche. Als Vorteil der geneigten Reihen wird angeführt, dafs die Kanten der Steine beim Übergang der Räder über die Fugen besser geschont werden, weil das Rad allmählich von einem Stein auf den anderen übergeht; ob dies wirklich einen günstigen Einflufs auf die Abnutzung ausübt, mag dahingestellt bleiben. Auch nicht ganz unbestritten ist der weitere Vorteil, den man der schrägen Stellung beimifst, dafs nämlich die Zugtiere in den Fugen der Steine leichter Halt finden; man erreicht dies bei normaler Stellung ebenso leicht durch Verminderung der Breite der Steine. In Wien und Frankfurt hält man an der schrägen Stellung fest, nur bei stark ansteigenden Strafsen wird der senkrechten Stellung der Vorzug gegeben, wogegen in Berlin neuerdings die schrägen Reihen der mancherlei Formsteine halber weniger beliebt sind. Die schrägen Reihen gehen entweder der ganzen Breite der Strafse nach durch, oder man neigt die Reihen von der Mitte nach beiden Seiten. Im einen und anderen Falle sind beim Anschlufs an den Rand dreieckige oder besser fünfeckige Anfangsstücke oder Schmiegsteine *(boutisses)* nötig, die schwer herzustellen sind (Abb. 52) und die man bei senkrechter Reihenstellung erspart, ferner braucht man wie dort zur Herstellung des Verbandes Stücke von $1^1/_2$ facher Steinlänge.

Abb. 52.
Schmiegstein.

[38]) Dietrich, Die Baumaterialien der Strafsen. Berlin 1885. S. 50.

In München und Frankfurt hat man dort, wo Strafsenbahngleise in der Fahrbahn liegen, die Anschlüsse dadurch vereinfacht, dafs in und zwischen den Bahngleisen die Reihen senkrecht liegen, und nur aufserhalb der Gleise unter 45° geneigt sind (s. Abb. 33, Taf. XI).

Der schrägen Lage der Pflasterreihen wird von verschiedenen Seiten der Vorzug zugeschrieben, dafs eine gleichmäfsigere Abnutzung der Steinoberfläche hierdurch gewährleistet ist. Es mag zugegeben werden, dafs bei schräger Schichtenlage weniger leicht ein Abbröckeln der Fugen, Abrunden oder Kippen der Steine eintreten kann, durchschlagende Beweise hierfür sind aber nicht erbracht. Bei Verwendung nicht zu stark verjüngter Kopfsteine dürften die normal zur Strafse angeordneten Pflasterreihen keine Nachteile gegenüber schrägen Reihen bieten.

Bei Strafsenkreuzungen bildet sich der Verband der Steine auf der gemeinschaftlichen Strecke bei Anwendung schräger Reihen auf ungezwungene Weise (s. Abb. 37, Taf. XI), bei senkrechter Reihenstellung bildet man entweder die gemeinschaftliche Strecke ebenso mit schrägen Reihen, oder man läfst die Strafse, welche den gröfseren Verkehr aufzuweisen hat, mit senkrechter Reihenstellung durchgehen und schliefst die Seitenstrafse stumpf an (vergl. Abb. 38, Taf. XI). Hierbei wird allerdings auf der Übergangsstrecke für den Verkehr in der Querstrafse das Pflaster der Länge nach befahren, der schädliche Einflufs dürfte aber nur gering sein; es ist diese Anordnung der einfachen Ausführung wegen zu empfehlen. Bei schrägen Strafsenkreuzungen oder Einmündungen sind unregelmäfsige Zwickel nicht zu vermeiden, die man bei stumpfem Anschlufs am einfachsten überwindet (s. Abb. 36, Taf. XI).

Bei Landstrafsen ist das Pflaster seitlich durch Randsteine begrenzt, welche etwas höher und stärker sind, als die gewöhnlichen Pflastersteine, bei städtischen Strafsen bildet der Kandel den Rand, das Pflaster lehnt sich an die meist etwas vertieften Sohlsteine, welche neben den Bordsteinen des Fufswegs liegen (s. Abb. 40, S. 246).

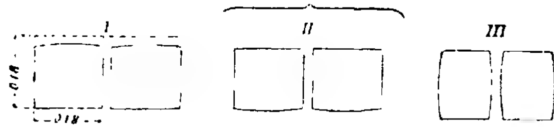
Die Gröfse der Pflastersteine in der Oberfläche hängt davon ab, dafs die Zugtiere in den Fugen einen Halt finden, die Steine dürfen deshalb nicht zu breit sein. Man findet Abmessungen von 9 bis 20 cm Breite, 12 bis 25 cm Länge; zu kleine Steine sind nicht zu empfehlen, weil sie dem Stofs der Räder zu wenig Widerstand entgegensetzen. Die Höhe der Steine schwankt zwischen engeren Grenzen, etwa zwischen 15 und 20 cm; ein Mafs von 16 cm dürfte für Würfelsteine von festem Material selbst dem stärksten Verkehr entsprechen, bei Kopfsteinen mit unregelmäfsigem Fufs ist eine etwas gröfsere Stärke angezeigt. In Paris werden Steine von 16 cm Länge, 10 cm Breite und 16 cm Höhe bevorzugt. Die Höhe der Steine hängt wesentlich von der Unterlage ab. In Hamburg liegen Steine von 20 cm und mehr Höhe auf einer Unterbettung von Kies und Sand, und ist wohl nur der grofsen Höhe der Steine der gute Zustand der Strafsen zuzuschreiben. In Stuttgart sind Proben mit den nur 13 bis 14 cm hohen Steinen von Quenast in Belgien gemacht worden, man ist aber wieder auf Granitsteine von 16 bis 17 cm Höhe zurückgekommen.

In München und Wien verwendet man Granitwürfel von 18 cm Seite, für starke Gefälle in Wien parallelepipedische Steine (13 cm breit, 24 cm lang, 18 cm hoch), in Stuttgart wurden mehrfach die Strafsen mit Steinen gepflastert, welche die Pariser Gröfsenverhältnisse zeigten.

Die Wiener Würfel werden, wenn sie auf der Oberfläche um rund 25 mm abgenutzt sind, gewendet und nach abermaliger Abnutzung nochmals gedreht (s. Abb. 53), so dafs eine dreimalige Benutzung der Steine möglich ist. In englischen Städten verwendet man fast ausschliefslich Pflastersteine von nur $3^1/_2''$ oder $4''$ (8,57 bezw. 10 cm)

Kopfbreite, die Höhe schwankt zwischen 6″ und 8″ (15 bezw. 20 cm). Man gibt den schmalen Steinen trotz des höheren Preises den Vorzug, weil die Oberfläche nach und nach sehr glatt wird und die Pferde um so leichter gleiten, je breiter die Pflastersteine sind.

Abb. 53.
Mehrfache Verwendung von Würfelsteinen.



Häufig findet man die Anordnung, dafs, neben der gewöhnlichen Steingröfse, für stark ansteigende Strafsen schmälere Steine zur Verwendung kommen, um mit Rücksicht auf die vermehrte Zugkraft den Pferden bessere Gelegenheit zum Eingreifen in die Pflasterfugen mit ihren Stollen zu geben (Mainz, Wien u. s. w.).

In nachbenannten Städten sind folgende Abmessungen der Steine üblich:[39])

	Breite cm	Länge cm	Dicke cm
Frankfurt	18	18	18
Köln	10	16	16
Brüssel	12	18	16
London	8—10	18—25	18—20
Paris	13	18	18

In Berlin verwendet man in neuester Zeit Steine von 15 bis 16 cm oder 19 bis 20 cm Höhe und 11 bis 14 cm Breite. Für Steine erster Klasse ist am Fufs eine Verschwächung von $^1/_5$, für solche zweiter Klasse von $^2/_5$ zugelassen.

In Stuttgart verwendet man schwedischen Granit, 15 bis 28 cm lang, 15 bis 18 cm breit und 15 bis 16 cm hoch, ferner Diorit von Quenast, 11 bis 20 cm breit und 12 bis 16 cm hoch.

f) Quaderpflaster. Nach ganz anderen Grundsätzen, als seither beschrieben, ist die Pflasterung der Strafsen in mehreren oberitalienischen Städten[40]) hergestellt, so in Florenz, Bologna, Genua u. s. w. Während nämlich in Deutschland und namentlich in England das Bestreben dahin geht, in der Fahrrichtung die Abmessungen der Steine zu verringern, um möglichst viele Fugen zu erhalten, welche den Hufen der Zugtiere den nötigen Halt verleihen, besteht in den genannten Städten die Strafsenoberfläche aus eben bearbeiteten breiten, mit möglichst engen Fugen aneinandergelegten Quadern aus Granit oder Sandstein. Die Oberfläche der Strafsen hat nur geringes Quergefälle und zwar häufig nach der Mitte zu, wo die Ableitung des Regenwassers in unterirdische Kanäle erfolgt. Die Strafsen erhalten hierdurch ein sehr regelmäfsiges Aussehen und es ist nur verwunderlich, wie die Zugtiere auf solch glatter Fläche sich sicher bewegen können und imstande sind, schwere Lasten fortzuschaffen. Man hat dies nun einmal dadurch erreicht, dafs am Hufbeschlag die Stollen und Griffe weggelassen und die Hufeisen sehr breit gemacht werden. Hierdurch wird die Reibung vermehrt und bei eintretendem Rutschen sind die Zugtiere imstande, sich rasch wieder festzuhalten. Sodann ist das zumeist verwendete Material ein kieseliger Sandstein (aus der Gegend von Spezia), der nicht glatt wird. Bei Verwendung von Granit wird die Oberfläche durch eingehauene Rinnen rauh gemacht und wird dies auch bei ansteigenden Strafsen (Via Balby, Genua) angewendet.

---

[39]) Reisebericht in der Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 81.

[40]) Nach eigenen Reisebeobachtungen, 1879.

Die Text-Abb. 14 (S. 225) und die Abb. 34 u. 35, Taf. XI zeigen einige bezügliche Anordnungen. Bei neueren Strafsenanlagen in Genua ist man übrigens zu der gewöhnlichen Strafsenpflasterung und zu Strafsenprofilen mit erhöhten Fufswegen übergegangen.

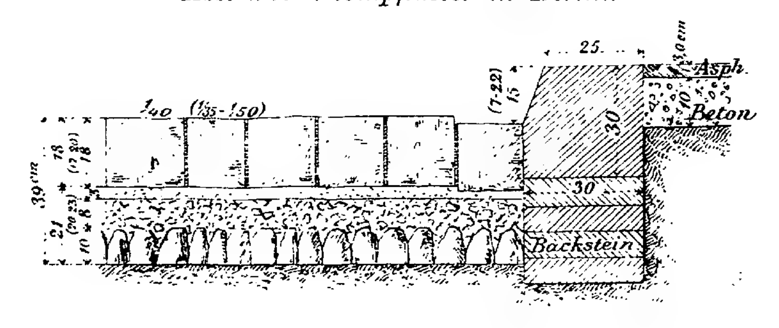
g) Unterlage des Pflasters. Die Pflastersteine ruhen meist auf einer Sandschicht, welche den Zweck hat, die Unregelmäfsigkeiten zwischen Untergrund und Pflaster auszufüllen und etwa durch das Pflaster eindringendes Wasser durchzulassen. Die Sandschicht kann bei einer Dicke von 20 bis 25 **cm** unmittelbar auf dem Untergrund aufliegen, gewöhnlich ersetzt man aber einen Teil derselben durch Kies, welcher eine gröfsere Festigkeit besitzt und sich weniger setzt. Bei weichem Untergrund oder da, wo grofse Standfestigkeit angestrebt wird, bildet man den auf dem Erdplanum aufliegenden Teil der Unterbettung aus Packlage, auf diese folgt dann eine dünnere Lage Kies und Sand. Dabei mufs indessen bemerkt werden, dafs auf Strafsen mit weichem Untergrunde oder auf frischer Aufschüttung eine Pflasterbahn überhaupt nicht pafst, man legt hier besser chaussierte Strafsen an. Allerdings mufs dann, wenn infolge starken Verkehrs die Chaussierung nicht mehr genügt, diese mit grofsen Kosten aufgebrochen, die schön gedichtete Fahrbahn zerstört und das Pflaster auf das weniger feste Erdplanum aufgebracht werden, wobei Setzungen wieder nicht ausgeschlossen sind. Man kann dies dadurch vermeiden, dafs man bei neuen städtischen Strafsen, welche auf Auffüllung zu liegen kommen, zunächst eine chaussierte Strafse ausführt, deren Oberfläche um die Pflasterdicke niedriger liegt. Erst nachdem die Chaussee sich genügend befestigt hat (also frühestens nach Jahresfrist), wird das Pflaster aufgebracht und dann ist man vor Setzungen jedenfalls sicher. Als Unterlage des Pflasters genügt in diesem Fall eine dünne Sandschicht. Der Umstand, dafs hierbei die vorläufige Strafse wenigstens 25 **cm** unter der endgiltigen Strafsenoberfläche liegen mufs, erschwert etwas den Zugang zum Fufsweg, sowie die Ableitung des Regenwassers, sieht auch nicht besonders schön aus, weshalb nicht häufig von diesem Auskunftsmittel Anwendung gemacht worden ist. Abb. 54 zeigt die Anordnung, welche bei den Strafsen der Stadterweiterung in Mainz angewendet worden ist, die stellenweise auf Auffüllungen von 2 **m** Höhe und mehr liegen.

Abb. 54. *Mainzer Strafsenquerschnitt.*

In Wien besteht die Unterbettung bei festem Untergrund aus einer Schicht von 16 **cm** Rundschotter (Kies) und 8 **cm** Sand (im zusammengedrückten Zustande gemessen), bei nachgiebigem Untergrund aus einem Grundbau (Packlage) von 20 bis 22 **cm** Stärke, 15 **cm** Schlägelschotter, 2,5 **cm** Kies und 8 **cm** Sand.

In Stuttgart wird eine Lage Grobgeschläg oder ein Grundbau aus weichem Sandstein von 0,15 bis 0,20 **cm** Stärke aufgebracht, auf diese kommen dann 5 **cm** Kies und 5 **cm** Quarzsand. Die Kiesschicht soll nur verhindern, dafs der Sand in den Fugen des Grundbaues verloren geht (s. S. 250, Abb. 51). Wo eine seit längerer Zeit bestehende Chaussierung durch Pflaster ersetzt wird, läfst man den Grundbau fort und begnügt sich mit einer Kiesschicht von rund 10 **cm** mit daraufliegender Sandschicht von rund 5 **cm**. Man hat hiermit aber schon schlechte Erfahrungen gemacht, namentlich da, wo Bahnschienen in den Strafsen liegen, der Grundbau kann hier nicht entbehrt werden.

Abb. 55. *Steinpflaster in Berlin.*



Die Unterbettung der Berliner Strafsen zeigt Abb. 55. Sie besteht aus einem Grundbau von 10 **cm** Dicke, einer Schuttlage von 8 **cm** Höhe und einer Lage von Kies von 2 bis 3 **cm** zur Ausgleichung der Höhen-

unterschiede der Pflastersteine. In der Regel findet vor Aufbringen des Pflasters ein Dichten des Unterbaues mittels der Dampfwalze statt.

Beton als Unterlage für das Pflaster wurde zuerst in den belebten Strafsen englischer Städte in grofser Ausdehnung angewendet, nunmehr findet dieser Vorgang vielfache Nachahmung. Man geht dabei von der richtigen Ansicht aus, dafs teilweise Setzungen den schädlichsten Einflufs auf das Pflaster ausüben, und vermeidet diese durch eine unnachgiebige Unterlage von Beton, deren Dicke sich nach der Beschaffenheit des Untergrundes richtet. Um möglichste Unbeweglichkeit des Pflasterkörpers zu sichern, werden die Steine annähernd parallelepipedisch gebildet, in ein Mörtelbett gelegt und die Fugen mit Mörtel ausgegossen, so dafs die Strafsenbefestigung einen Mauerkörper von rund 0,5 **m** Dicke bildet. (Auffallend ist die Ähnlichkeit mit den alten römischen Landstrafsen, vergl. Kap. I, S. 92.) Die Fahrbahn solcher Strafsen läfst aber auch nichts zu wünschen übrig und ist vollkommen eben, selbst da, wo Pferdebahnen in der Strafse liegen.

Die Beschreibung einiger Anordnungen dieser Art mag hier Platz finden.[41])

In Edinburg *(Princes Street*, Abb. 56 u. 57) besteht das Pflaster aus Grünstein *(Whinstone)*, die Pflastersteine sind 18 bis 25 **cm** lang, 8,5 **cm** (genau $3\frac{1}{2}''$ englisch) breit, 18 **cm** hoch, die Lagerfugen sind glatt bearbeitet, die Steine etwas pyramidal, die untere Standfläche nur rauh bearbeitet. Der Beton hat eine Dicke von 22 **cm** (9″), die Steine werden in ein Mörtelbett von 5 **cm** Dicke mit offenen Fugen versetzt und die Fugen nachher mit flüssigem Mörtel ausgegossen. Gesamtdicke des Strafsenkörpers 45 **cm**.

Abb. 56 u. 57. *Steinpflaster in Edinburg.*

Abb. 56. Abb. 57.

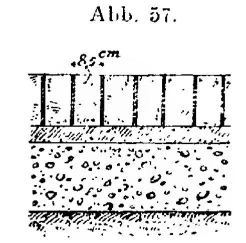
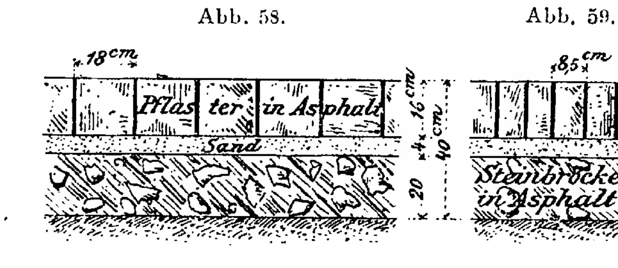


Abb. 58 u. 59. *Steinpflaster in Liverpool.*

Abb. 58. Abb. 59.



In Liverpool[42]) (s. Abb. 58 u. 59) sind die Pflastersteine rund 18 **cm** lang, 8,5 **cm** breit (3,5″), 16 **cm** dick und bestehen teils aus einem kieseligen Sandstein, teils aus grobkörnigem Granit. Als Unterlage dient ein Rauhgeschläg von rund 20 **cm** Stärke, das mit Handwalzen leicht abgewalzt und mit geschmolzenem Asphalt (Teerasphalt) ausgegossen wird, der so dünnflüssig aufgebracht wird, dafs sämtliche Hohlräume sich ausfüllen. Man überschüttet dann den noch weichen Asphalt mit etwas Steingrus, der leicht abgewalzt wird, so dafs sich eine ganz ebene, nach der Strafsenform gewölbte Fläche bildet. Die Steine werden nun in eine dünne Schicht feinen Sandes von 5 **cm** Dicke mit offenen Fugen gepflastert, die Fugen mit scharfem grobem Sand (oder feinem Kies) ausgefüllt, leicht abgerammt, und dann mit Teerasphalt ausgegossen (dem Asphalt wird etwas Teeröl zugesetzt, um die Masse beim Schmelzen dünnflüssiger zu erhalten). Diese Pflasterungsweise dürfte vor der Anwendung des Zementbetons als Unterlage und des Zementmörtels als Fugenausfüllung den Vorteil haben, dafs der Asphalt dem Strafsenkörper einige Elastizität verleiht und eine gewisse Beweglichkeit gestattet, ohne den Zusammenhang aufzuheben.

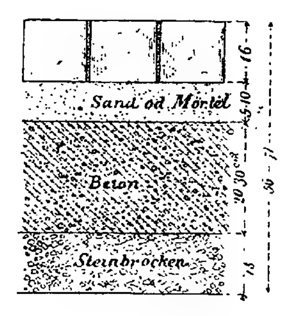
Nach einem Bericht über den Bau der Strafsen in Liverpool im Jahre 1898[43]) besteht die Pflasterung erst- und zweitklassiger Strafsen aus einem Grundbau von Beton von 15 **cm** Stärke, die Pflastersteine (Granit oder Syenit) sind 15,6 **cm** dick, 8,1 **cm** breit und ruhen auf einer 0,7 **cm** starken Zwischenlage von Sand, die einfach auf die Betonlage aufgeschüttet wird. Die Steine sind in Reihen senkrecht zur Strafsenachse mit engen Fugen versetzt, diese mit reinem trockenen Meersand ausgefüllt

[41]) Nach eigenen Reisebeobachtungen, 1878.

[42]) Siehe Engineering 1872, S. 422.

[43]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 146.

Abb. 60.
Steinpflaster in London.



und mit einer heifsen Mischung aus Pech und Kreosotöl ausgegossen. Nach Fertigstellung wird das Pflaster 1,25 cm hoch mit Sand bedeckt.

In London bildet gewöhnlicher Beton (etwa 22 cm stark) die Unterlage, die Steine liegen im Mörtelbett mit ausgegossenen Fugen. Die Steine, rund 25 cm lang, 8,5 cm breit, 15 bis 20 cm dick, sind etwas pyramidal, nur die Oberfläche und die Lagerfugen sind eben bearbeitet. Bei den in Holborn valley im Jahre 1872 ausgeführten Strafsen[44]) besteht die Unterbettung aus einer Schicht zerschlagener Backsteine von rund 15 cm Stärke, auf dieser liegt ein 30 cm starker Beton, die Pflastersteine (Granit) sind auf einer etwa 10 cm dicken Sandschicht versetzt und die Fugen mit Mörtel ausgegossen (s. Abb. 60).

Von den eben genannten Anordnungen dürften diejenigen den Vorzug verdienen, bei welchen das Pflaster nicht unmittelbar auf dem Beton liegt, sondern von diesem durch eine Sandschicht getrennt ist, weil die Härte des Befahrens durch die Sandschicht etwas gemildert wird.

Bei Verwendung von Beton als Pflasterunterlage ist nicht zu übersehen, dafs der Zugang zu den unter der Fahrbahn liegenden Gas- und Wasserleitungsröhren aufserordentlich erschwert ist, und dafs undichte Stellen schwer zu entdecken sind. Platzt eine Wasserleitungsröhre, so zeigt sich der Wasserverlust unter Umständen an Stellen, die mehr als 100 m von der Bruchstelle entfernt sein können, es kann nötig sein, die Strafse auf grofse Länge aufzubrechen, bis die Bruchstelle gefunden ist. — In einzelnen Londoner Strafsen hat man diesen Nachteil dadurch vermieden, dafs man die Röhrenstränge in unterirdische Kanäle *(subways)* verlegt hat, aber hier entsteht die Gefahr, dafs durch Ausströmen von Gas aus undichten Stellen der Gasröhren Explosionen entstehen können. Diese Subways sind aufserdem teuerer, deshalb erscheint es bei Verwendung von Beton zur Unterlage des Strafsenpflasters angezeigt, die Gas- und Wasserleitungsröhren unter die Bürgersteige zu verlegen (vergl. hierüber § 12).

Verschiedene Anordnungen gewöhnlicher Pflasterungen sind auch aus den Abb. 2, 4, 9 u. 10, Taf. X ersichtlich; wo die Mafse nicht eingeschrieben wurden, sind die Abmessungen als annähernde zu betrachten.

Wie der Untergrund der Bettung zu behandeln ist, wurde schon oben im Kap. I (S. 82) besprochen. Es soll hier nochmals wiederholt werden, dafs ein Abdichten derselben sehr zweckmäfsig ist, jedenfalls aber sollte ein Verdichten der Bettung durch Walzen stattfinden, weil sonst leicht ungleiche Setzung des Pflasters und die Bildung vertiefter Mulden eintritt. Die Schädlichkeit solcher Setzungen leuchtet ein, es mufs das versunkene Pflaster aufgebrochen und neu versetzt werden, und es ist immer schwierig, hierbei die richtige Höhe und den genauen Anschlufs der Steine zu erreichen, namentlich in der Schlufsschicht, auch gehen nicht wenige Pflastersteine beim Ausbrechen zu Grunde. Für sehr belebte Strafsen ist daher eine Betonlage oder wenigstens eine kräftige Packlage auch aus diesen Gründen entschieden einer blofsen Kies- oder Schotterbettung vorzuziehen.

h) Ausführung der Pflasterarbeiten. Die Steine werden in die Sandschicht des Grundbaues satt versetzt, gleichzeitig die Fugen mit Sand gefüllt und die Steine sodann mit dem Hammer fest an die anliegenden Reihen angetrieben, so dafs die Fugen möglichst eng werden. Hierbei ist darauf zu sehen, dafs die gerade Richtung der Reihen, ein regelmäfsiger Verband und die Form der gewölbten Oberfläche genau eingehalten werden. Man setzt zunächst die Steine um rund 2 cm höher und treibt sie nach Vollendung des Pflasters mittels Rammen auf die richtige Höhe nieder.

Möglichst enge Fugen sind anzustreben, einmal um die Reibung der Steine gegeneinander zu vermehren und möglichst wenig Wasser in die Fugen eindringen zu

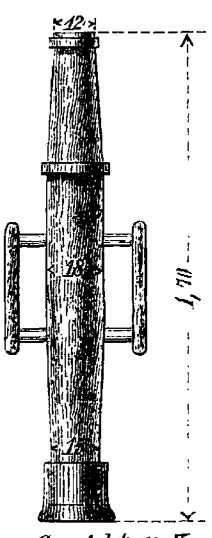
---

[44]) Reisebeobachtungen vom Jahre 1878.

lassen, namentlich aber, um die Abnutzung der Steine durch den Stofs des Rades beim Übergang von einem Stein zum anderen zu vermindern. Je schmäler die Fuge, um so geringer ist die Stofswirkung und um so weniger ist auch das Versinken einzelner Steine zu befürchten, das in seiner Wirkung noch schädlicher ist als Mulden, die sich durch Nachgeben des Untergrundes im Pflaster bilden, weil in dem Mafse, als der einzelne Stein tiefer sinkt, die Stofswirkung sich vermehrt. Um schmale Fugen herstellen zu können, müssen die Steine in den Stofsfugen sehr eben und regelmäfsig bearbeitet sein, namentlich gleiche Breite haben, da das Nacharbeiten der Steine beim Würfelpflaster nicht wohl statthaft ist. Die Reihen müssen gerade werden, daher benutzt man notgedrungen die Fugen zur Ausgleichung der Unregelmäfsigkeiten. Dies ist mit ein Grund, statt des reinen Würfelpflasters wenig konische Kopfsteine zu verwenden. Meist sind Abweichungen von den Normalabmessungen um 1 bis 2 **cm** gestattet (s. oben S. 250).

Die Rammarbeit trägt ihrerseits dazu bei, Setzungen zu vermindern. Sie ist um so nötiger, je unregelmäfsiger die Pflastersteine und je nachgiebiger der Untergrund. Die von einem Arbeiter gehandhabten Rammen haben ein Gewicht von rund 15 **kg**; man rammt gewöhnlich mehreremal hintereinander, bis die Steine festsitzen, und die richtige Höhenlage erhalten haben. Die Arbeit mufs mit Vorsicht geschehen, damit die Steine nicht beschädigt werden. Während der Arbeit werden die Fugen im oberen Teil leer, woher neuer Sand zum Auffüllen aufgebracht werden mufs. Man bedeckt sodann das Pflaster nochmals mit einer dünnen Sandschicht von 1 bis 2 **cm**, die zum Nachfüllen der Fugen während des beginnenden Betriebes bestimmt ist.

Abb. 61.
Handramme.



Gewicht 50 Kg.

In manchen Städten, so z. B. in Darmstadt und Mainz, geschieht das Rammen mittels viermänniger Rammen von 50 **kg** Gewicht (s. Abb. 61), und ist wohl der Sorgfalt, mit welcher in Mainz diese Arbeit betrieben wird, der ausgezeichnete Zustand der dortigen neueren Strafsen zuzuschreiben, obgleich der Grundbau nur aus Sand oder Kies besteht.

Da wo die Strafsen mit gut abgewalztem Grundbau versehen sind, kann die Rammarbeit wesentlich eingeschränkt werden. In Stuttgart werden gewöhnlich die Pflastersteine nur mit schwerem, eisernem Hammer beim Einsetzen fest niedergetrieben, die (einmännige) Ramme dient nur dazu, nach Vollendung des Pflasters einzelne Unregelmäfsigkeiten auszugleichen. Wo statt eines Grundbaues aber nur Sand die Unterlage bildet, ist ein kräftiges Abrammen mit zwei- bis viermänniger Ramme unentbehrlich. Bei Betonunterlage unterbleibt selbstverständlich das Abrammen.

Die Ausfüllung der Pflasterfugen kann mit Sand, Mörtel oder mit einer Teermischung geschehen, das erstere ist das gewöhnliche. Es empfiehlt sich, nach Fertigstellung des Pflasters, dieses mit einer Sandschicht von rund 1 **cm** Dicke zu bedecken, damit bei eintretenden Setzungen, die bei neuem Pflaster nicht ausbleiben, die Fugen sich wieder vollständig mit Sand füllen können. Der Sand läfst allerdings das auf die Strafsenoberfläche fallende Wasser durch, aber wenn schmale Fugen vorhanden sind, nicht in hohem Mafse. Durch Eindringen von Strafsenschlamm wird dann nach und nach das Pflaster fast vollständig wasserdicht.

Was das Ausgiefsen der Fugen mit Zementmörtel oder Asphalt anbelangt, so erscheint dies als das natürlichste, sobald Beton die Unterlage bildet. Das Befahren

eines als vollständiger Mauerklotz ausgebildeten Strafsenkörpers wird allerdings ein ziemlich hartes sein, aber die Steine sind gegen jede Setzung oder Drehung gesichert und widersteht ein derartiges Pflaster auch dem stärksten Verkehr. So ist (nach Reisebeobachtungen 1878) der vom schwersten Verkehr benutzte Kai beim Princess-Dock in Liverpool nach jahrelanger Benutzung noch vollständig eben, ohne Schlaglöcher oder Mulden, und nur an der Abnutzung der Steine bemerkt man den Einflufs der schweren Lastfuhrwerke. Die Gleise der Trambahn zeigten nicht den geringsten Höhenunterschied gegenüber der Strafsenfläche, ein Unterschied, der sich sonst häufig in gepflasterten Strafsen geltend macht.

Der Holborn-Viadukt in London (Übergang über die Farrington-Street) läfst in der tragenden Eisenkonstruktion nicht die geringste Wasserdurchsickerung erkennen. Alle diese Umstände weisen darauf hin, dafs für stark befahrene Strafsen das Versetzen des Pflasters in Mörtel auf Betonunterlage als eine zweckmäfsige Ausführungsweise zu bezeichnen ist, wobei die oben namhaft gemachten Nachteile für Gas- und Wasserleitungsröhren durch passende Unterbringung der letzteren zu verhüten sind. Ob sich bei weniger festem Grundbau das Ausgiefsen der Fugen mit Mörtel oder Asphalt empfiehlt, ist eine Streitfrage. In manchen Städten hat man die Beobachtung gemacht, dafs durch die Erschütterung der Fuhrwerke die Fugen sich öffnen und dem Wasser den Durchgang freilassen. Wo der Untergrund fest und aufserdem eine gute Packlage als Grundbau ausgeführt ist, dürfte das Ausgiefsen sich empfehlen, bei einfacher Sand- oder Kiesbettung erscheint aber ein Ausfüllen mit Sand zweckmäfsiger.

Ein Ausgiefsen der Fugen mit einer Teermischung ist üblich in Karlsruhe, in Stuttgart hat man es dagegen wieder aufgegeben.

Sehr angezeigt ist das Ausgiefsen der Fugen an solchen Strafsenstellen, wo eine starke Verunreinigung der Strafsen stattfindet, also an Droschkenständen, in der Nähe von Brunnen u. s. w. Auf eine standfähige Unterlage des Pflasters ist nach obigem hier besonderes Augenmerk zu richten.

i) Das Steinmaterial für Pflasterstrafsen. Von den Pflastersteinen wird verlangt grofse Härte und Festigkeit (Zähigkeit), die Oberfläche soll durch die Abnutzung nicht zu glatt werden, um das Ausgleiten der Zugtiere zu verhindern und aus dem Steinmaterial sollen sich ohne zu grofse Kosten regelmäfsige Körper bilden (spalten) lassen.

Kalksteine sind, weil meist lagerhaft, leicht zu bearbeiten, eignen sich aber wegen ihrer geringen Härte nicht besonders gut zu Pflastersteinen, da sie sich rasch abnutzen, wodurch viel Staub und Schmutz gebildet wird, und von schweren Lasten werden sie sogar leicht zerdrückt. Man ist aber in manchen Gegenden, wo es an anderen Steinen fehlt, häufig auf dieselben angewiesen. Für schwächeren Verkehr sind sie immerhin ausreichend. Man findet brauchbare Steine in der Muschelkalkformation, im Lias, teilweise auch in den oberen Bänken des weifsen Jura (Dolomite).

Sandsteine mit tonigem Bindemittel sind für Pflasterungen durchaus unbrauchbar, da sie weder genügende Härte noch Festigkeit aufweisen, dagegen sind die Kohlensandsteine, welche in der Nähe von Magdeburg gebrochen werden, sowie die Kieselsandsteine des Buntsandsteins vermöge ihrer gröfseren Härte sehr brauchbar. Auch in der Keuperformation kommen einzelne brauchbare Sandsteine, die Bonebed-Sandsteine vor, allerdings nicht in bedeutender Menge. Sandsteine haben den Vorzug, dafs sie durch die Abnutzung nicht glatt werden, das Stürzen der Zugtiere somit nicht zu befürchten ist.

Vulkanische Gesteine. Von diesen sind zu nennen Basalt und Melaphyr. Der Basalt besitzt aufserordentliche Härte und Festigkeit, hat aber den Nachteil, durch die Abnutzung sehr glatt zu werden, weshalb seine Anwendung zu Pflaster eine beschränkte ist, jedenfalls müssen die Steine in schmalen Abmessungen zur Verwendung kommen. Melaphyr (Kusel in der Pfalz) hat diese schlechte Eigenschaft des Basalts nicht, er bleibt immer rauh, ist aber zu weich und für starken Verkehr nicht zu empfehlen. In Stuttgart betrug bei einer allerdings sehr belebten Strafse die Abnutzung der Steine innerhalb 10 Jahren fast die Hälfte der Dicke und ist man hier von weiterer Benutzung abgestanden.

Das Urgebirge liefert wohl das beste Material für die Pflasterstrafsen, es steht hier der Granit wegen seiner Dauerhaftigkeit obenan. Derselbe ist aufserdem sehr verbreitet und findet daher allseitige Anwendung. In den Niederungen von Deutschland, Holland u. s. w. fehlt der Granit, man verwendet dort häufig die Granite von Schweden und Norwegen, die dort in grofser Menge zu haben sind. Die Festigkeit der Granite ist bekanntlich sehr verschieden. Sie wechselt zwischen 600 bis 2000 **kg** f. d. **qm**, es sind aber mit Ausnahme der ganz weichen Sorten, welche häufig schon eine Verwitterung des Gesteins erkennen lassen, auch weniger harte Granite in Verwendung, weil diese meist durch die Abnutzung weniger glatt werden, als die ganz harten Arten. Der Granit läfst sich trotz seiner grofsen Härte spalten und ohne unverhältnismäfsige Kosten in regelmäfsige Formen bringen. Die genannten guten Eigenschaften sind es, welche dem Granit in neuester Zeit für die verkehrsreichen Strafsen grofser Städte den Vorzug vor fast allen anderen Strafsenmaterialien verschafft haben. Als Fundstätten in Deutschland sind hauptsächlich anzuführen die schlesischen Brüche, diejenigen des bayerischen Waldes, die Brüche des Odenwaldes, in Schweden die Brüche von Karlskrona.

Der Diorit (Grünsteinporphyr) hat ähnliche Eigenschaften wie der Granit, nur wird der Stein durch die Abnutzung eher glatt, als die grobkörnigen Granite. Bekannt sind namentlich die ausgedehnten und sehr leistungsfähigen Brüche von Quenast unweit Brüssel, von wo aus das Material nach allen Richtungen versendet wird.

Es erscheint angezeigt die Breite dieser Steine möglichst klein zu nehmen. Die in Stuttgart verwendeten Diorit-Pflastersteine sind 20 **cm** lang, 15 **cm** hoch und 14 **cm** breit, es hat sich einigemal der Nachteil gezeigt, dafs einzelne Steine spalteten, wahrscheinlich weil Steine aus minder guten Schichten geliefert worden sind.

Eine erschöpfende Zusammenstellung der in Deutschland zum Strafsenpflaster verwendeten Materialien enthält das Werk von Dietrich, Die Baumaterialien der Steinstrafsen, Berlin 1885; einzelne der oben angeführten Angaben sind dieser Schrift entnommen.

k) Anwendung der verschiedenen Arten von Pflaster und ihre Preise. Gepflasterte Fahrbahnen eignen sich vorzugsweise für städtische Strafsen, für Strafsen im Freien nur in besonderen Fällen, wie schon im Kap. I, § 12 (S. 91) erwähnt ist.

Rauhes Pflaster mit einer Kies- oder Sandbettung von 15 bis 20 **cm** kann Verwendung finden bei schwachem Verkehr und beschränkten Geldmitteln, also in Dorfstrafsen, kleinen Städten oder Nebenstrafsen gröfserer Städte. Die Wölbung der Fahrbahn beträgt etwa $^1/_{40}$ (oder das mittlere Seitengefälle $5\,^0/_0$).

Kleinpflaster eignet sich für mittelstarken Verkehr und als vorläufige Strafsenbefestigung, wenn es an Geldmitteln für Herstellung besseren Pflasters fehlt.

Reihenpflaster aus mehr oder weniger pyramidal geformten Steinen, die Unterfläche nicht kleiner als $^2/_3$ der Oberfläche aus Kalk- oder Sandstein, eignet sich für

kleinere Städte, für Nebenstrafsen in grofsen Städten und für Kandelanlagen jeder Art. Als Unterlage genügt eine Kiesbettung mit dünner Sandschicht in einer Gesamtdicke von rund 20 bis 25 cm, zu der unter Umständen noch ein Grobgeschläg von rund 15 cm als Unterlage tritt. Wölbung der Strafsen $^1/_{45}$ bis $^1/_{50}$ (oder $4^1/_2$ bis 4% mittleres Seitengefälle).

Reihenpflaster aus vollkommen parallelepipedischen sogenannten Würfelsteinen von gleicher Dicke oder auch aus Kopfsteinen, vorausgesetzt, dafs die Unterfläche höchstens 1 bis 2 cm schmäler ist als die Oberfläche, aus dem besten verfügbaren Material (Granit u. s. w.), ist für bessere Strafsen grofser Städte als unumgänglich nötig zu bezeichnen, auch wenn die Anschaffungskosten noch so grofs sein sollten, denn dadurch allein erreicht man bei starkem Verkehr die Vorteile seltener Ausbesserungen, geringen Widerstands beim Befahren und möglichst geringer Staub- und Schmutzbildung — Vorteile, gegen welche die Kosten der ersten Herstellung nicht in Betracht kommen können. Die Unterbettung ist mit möglichster Sorgfalt herzustellen und abzuwalzen, sonst gehen die genannten Vorzüge der regelmäfsigen Pflastersteine zum grofsen Teil verloren. Bei gutem Untergrund genügt Grobgeschläg mit Kies und Sand in einer Gesamtdicke von 30 cm, bei nachgiebigem Untergrund mufs statt des Grobgeschlägs ein Grundbau oder eine Betonschicht hergestellt werden. Die Wölbung solchen Pflasters kann zu $^1/_{50}$ angenommen werden, so dafs im allgemeinen ein mittleres Seitengefälle von 4% genügt. Bei stärker geneigten Strafsen oder unnachgiebiger Betonunterlage kann die Wölbung noch weiter ermäfsigt werden (s. oben S. 241).

In neuester Zeit werden dem Pflaster aus natürlichen Steinen und besonders dem Granitpflaster als schwere Nachteile angerechnet einmal das starke, durch den Fuhrwerkverkehr hervorgebrachte Verkehrsgeräusch und in zweiter Linie starke Staubbildung, hervorgerufen durch die Abnutzung der Oberfläche infolge der Bewegung der Fuhrwerke, durch Ansammlung von Staub und tierischen Abfällen in den Pflasterfugen, die durch die gewöhnliche Strafsenreinigung nur unvollständig entfernt werden können und zu starker Staubentwickelung auf der Strafse bei windigem Wetter Veranlassung geben. Man geht soweit, aus diesen Gründen den Granit als minderwertiges Strafsenmaterial zu bezeichnen und anderen Strafsenbefestigungen, namentlich solchen ohne Fugen (Asphalt und ähnliches) den Vorzug einzuräumen.

Es ist nun keine Frage, dafs eine mit Granit gepflasterte Strafse mehr Geräusch verursacht, als eine Asphaltstrafse, aber so gefährlich ist die Sache nicht, dafs in einer Strafse mit Granitpflaster das Wohnen unmöglich wäre, auch hat man ja die Möglichkeit, vor Gebäuden wie Schulen u. s. w., für welche der Lärm störend ist, andere Befestigungsarten anzubringen. Viel ungerechtfertigter ist der Vorwurf bezüglich der Stauberzeugung. Die Abnutzung des Granits durch die Fuhrwerke ist so gering, dafs die hieraus entstehende Staubmenge ruhig gleich Null angenommen werden kann (1 bis 2 cm in 20 Jahren), gröfser ist die in den Fugen sich ansammelnde Staubmenge. Da man aber die Strafsen doch wöchentlich zwei- bis dreimal reinigt, so kann diese auch nicht viel gröfser sein, als bei fugenlosem Pflaster und man hat es ja in der Hand, durch Ausgiefsen der Fugen mit Zement oder Asphalt die Staubmenge weiterhin zu vermindern.

Die gegen Granitpflaster erhobenen Beschwerden erscheinen daher wenigstens bezüglich der Staubbildung nicht unbedingt gerechtfertigt, da bei schlechter Reinigung auch auf Asphalt schädlicher Staub durch Zerfahren des Pferdekots entsteht. Bei starkem Verkehr dagegen kann allerdings das Verkehrsgeräusch und die Gebäudeerschütterung störend werden.

Der Preis des Pflasters hängt ab von der leichten oder schweren Spaltbarkeit des Materials, der Sorgfältigkeit der Bearbeitung und der Entfernung, auf welche es beigeschafft werden mufs.

In Stuttgart gelten folgende Preise für das Quadratmeter einschliefslich Beifuhr, Handarbeit, Kies- und Sandzugabe:

1. Pflaster aus Kalkstein (Liaskalk), Kopfsteine mit nicht ganz schliefsenden Fugen 5,70 M.
2. Pflaster aus Diorit mit nicht ganz schliefsenden Fugen 11 bis 12 M.
3. Granitpflaster 16/17 cm stark, 1. Klasse mit nahezu schliefsenden Fugen 13,50 M.
4. Granitpflaster, unregelmäfsige Steine f. d. qm 11 M.

Weitere Preisangaben siehe § 8.

2. Pflaster aus Kunststeinen. Künstliche Pflastersteine aus gebranntem Ton, Hochofenschlacken u. s. w. haben vor dem Pflaster aus natürlichen Steinen die vollständig regelmäfsige Form voraus, die ohne besondere Mühe infolge der Herstellungsweise sich ergibt, dagegen mangelt den Steinen die nötige Härte und Widerstandsfähigkeit gegen Stöfse, so dafs für starken und schweren Verkehr dieses Pflaster dem Steinpflaster jedenfalls nachsteht. Ein weiterer Nachteil des Pflasters aus künstlichen Steinen besteht noch darin, dafs es schwer ist durchaus gleichartiges Material zu erhalten; ungleiche Abnutzung und Zerstörung (Zerbröckelung) einzelner Steine wird viel häufiger vorkommen, als bei natürlichem Steinmaterial. Man wird deshalb Pflaster aus künstlichen Steinen nur da anwenden, wo das Beischaffen natürlicher Steine mit zu grofsen Kosten verknüpft ist (Niederungen in Norddeutschland, Niederlande u. s. w.). Man verwendet derartiges Pflaster dort auch auf Landstrafsen, weshalb im folgenden auch auf diese Rücksicht genommen werden soll (vergl. Kap. I, S. 101).

a) Klinkerpflaster. Die Steine werden aus gewöhnlichem Ton geformt, bis zum Verglasen gebrannt und sehr langsam abgekühlt. (Dauer des Brennens etwa 15 bis 17 Tage, Abkühlung 4 bis 5 Tage.) Als besonders brauchbar werden die Bockhorner Klinker gerühmt[45]); diese sind 22,8 cm lang, 10,8 cm breit, 5,2 cm dick, Gewicht des Stückes etwa 3 kg. Die Steine liegen in regelmäfsigem Verband mit der Längenrichtung senkrecht zur Strafse, ihre Breite bildet die Pflasterdicke, die Wölbung ist sehr gering wegen des Ausgleitens im Winter, erhöhte Fufswege oder Bankette begrenzen die Fahrbahn. Die Unterbettung mufs womöglich noch sorgfältiger hergestellt sein, als beim Steinpflaster, da die schädlichsten Folgen für die Haltbarkeit der Fahrbahn entstehen, wenn einzelne Steine sich setzen. Die Stärke der Bettung aus Sand oder Kies beträgt 30 cm, sie mufs ganz genau nach der Schablone abgewalzt sein, so dafs die Steine, ohne irgend welche Nacharbeiten vorzunehmen, verlegt werden können. Die Steine werden ohne Sand dicht aneinandergesetzt und die Fugen erst nach Fertigstellung des Pflasters durch Einschwemmen von Sand gedichtet, sodann wird auf die Fahrbahn eine Schicht Sand von rund 2 cm aufgebracht, die sorgfältig zu erhalten ist, weil von der fortwährenden Bedeckung durch Sand die Dauer der Fahrbahn ganz wesentlich abhängt. Die Dicke dieser Schutzschicht kann später etwas verringert werden (auf 0,6 bis 1,0 cm), ganz fehlen darf sie aber nie, sonst bröckeln die Kanten der Steine ab, namentlich bei nasser Witterung; es bilden sich selbst Radspuren aus, deren Beseitigung viel Mühe und Geld kostet. Diese Klinkerstrafsen erfordern deshalb eine stete Aufsicht.

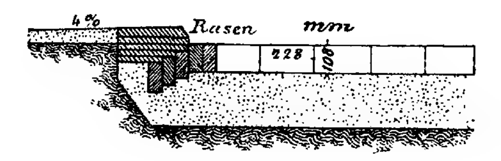
---

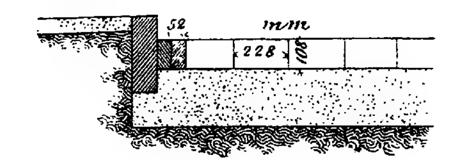
[45]) Deutsche Bauz. 1875, S. 89, auch Osthoff, Klinkerstrafsen. Reisebeobachtungen 1893.

Um das Abwehen der Sandschicht zu verhindern, müssen erhöhte Bankette oder Fufswege angebracht werden; über deren Ausbildung und die hierdurch bedingte Entwässerung der Fahrbahn s. Kap. I, § 13 (S. 105).

Die seitliche Begrenzung der Fahrbahn wird durch 2 bis 5 Reihen Klinker gebildet, welche parallel zur Strafsenachse hochkantig gelegt sind, noch besser aber ist es, die Borde durch die Randsteine der Fufswege, welche aus natürlichen Steinen bestehen, zu bilden (vergl. Abb. 62 u. 63).[46])

Abb. 62 u. 63. *Klinkerpflaster.*





Die Anwendung von Klinkern zum Pflaster städtischer Strafsen ist auf dem Kontinent auch versucht worden, es sind aber keine guten Erfahrungen damit gemacht worden, dagegen hat in amerikanischen Städten diese Pflasterungsart ausgedehnte Anwendung gefunden.

In Detroit[47]) sind beispielsweise nicht nur Nebenstrafsen, sondern auch Hauptverkehrsstrafsen mit Klinkerpflaster versehen. Auf einer Betonschicht von 15 cm (6″) liegt eine Sandschicht von 2 ½ cm, auf dieser sind die Klinker von 21,5 cm Länge, 6,5 cm Breite und 11 cm Dicke als Rollschicht versetzt. Eine Besichtigung der Strafsen zeigte, dafs sie sehr reinlich und eben sind, aber sie machen doch den Eindruck, dafs ein Granitpflaster zweckmäfsiger gewesen wäre. Man geht auch damit um, das Klinkerpflaster, das als Ersatz des sich schlecht haltenden Holzes ausgeführt wurde, durch Asphalt zu ersetzen.

Der Grund der häufigen Anwendung der Klinker in Amerika zu städtischem Strafsenpflaster dürfte wohl darin zu suchen sein, dafs man früher der Herstellung guten Pflasters und namentlich der Unterhaltung desselben sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat, so dafs man wohl nirgends so viele schlechte Strafsen antrifft, wie in Amerika. Man verfiel zunächst behufs Verbesserung des Zustandes der Strafsen auf das Holzpflaster, und als dieses für Strafsen mit starkem Verkehr sich nicht geeignet zeigte, ging man zum Backstein über, der wohl ebenso verschwinden wird wie das Holz. In New-York hat man jetzt schon begonnen, Granitpflaster aus sorgfältig bearbeiteten Steinen auf Betonunterlage auszuführen, wie dies auf dem Kontinent schon lange üblich ist.

Bei Strafsen mit schwachem Verkehr ist Klinkerpflaster immerhin ausführbar, es erscheint aber angezeigt, dasselbe auf ein Betonfundament aufzulegen und die Fugen der Steine mit Mörtel oder Teermischung auszugiefsen, um ein Losschlagen der einzelnen, immerhin sehr leichten Steine durch die Fuhrwerke zu vermeiden.

b) Keramitpflaster oder Tonpflaster können wir diejenigen Pflasterungen nennen, welche aus geprefsten Tonsteinen bestehen, die somit eine gleichmäfsige Mischung der Tonmasse und gröfsere Festigkeit aufweisen, als gewöhnliche Backsteine, wogegen die Kosten erheblich höher sind. Den Steinen haftet der Nachteil der Leichtigkeit und Sprödigkeit an, wie dem Backstein, wozu noch weiter zu rechnen ist, dafs die glatten Anschlufsflächen das feste Anhaften an der Unterlage in Frage stellen. Eine Anordnung, wie die in Budapest 1878 ausgeführte[48]), mit Platten von 20×20 cm und 10 cm Dicke erscheint deshalb trotz des aus einer Backsteinrollschicht bestehenden Grundbaues nicht zweckmäfsig. Die Pferde finden nicht genügenden Halt auf der glatten Oberfläche und die Platten werden sich losrütteln.

---

[46]) Näheres hierüber s. Nieden, Eisenbahn- und Strafsenbau. Berlin 1878. S. 27 bis 29, auch Osthoff, Klinkerstrafsen. Leipzig 1882. Vergl. auch Kap. I (S. 101), Abb. 43 u. 44.

[47]) Nach eigenen Reisebeobachtungen 1893.

[48]) Siehe v. Willmann, Strafsenbau. Fortschr. der Ing.-Wissensch. II. 4., S. 65.

In Amerika sind ebenfalls Versuche mit Keramitpflaster gemacht worden (Chicago), sie sind aber nicht besonders günstig ausgefallen[49]), es scheint, dafs dieses Pflaster höchstens für schwachen Verkehr brauchbar ist.

c) Schlackensteine *(Pavé de laitier)* sind schon in mehreren Städten versuchsweise eingeführt worden (Brüssel, Magdeburg). Die Schlacken werden in dünnflüssigem Zustande in Formen gegossen, wo sie langsam abkühlen. Die Steine haben grofse Festigkeit und sind im äufseren Aussehen fast nicht von den natürlichen Steinen zu unterscheiden, sie werden aber bei der Abnutzung leicht glatt, sind auch gegen Stofswirkungen empfindlich, indem die Kanten gern abbröckeln. Selbstverständlich taugt nicht jede Hochofenschlacke zu ihrer Herstellung.

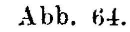
d) Kunststeine aus gemahlenem Serpentinstein, der unter Beifügung eines Bindemittels unter hohem Druck geprefst und im Porzellanofen gebrannt wird, von Hefs & Co. in Worlitz, sollen sich in München gut bewährt haben.[50]) Es dürfte doch fraglich sein, ob derartigen immerhin teueren Steinen (20 M. f. d. qm) nicht die natürlichen Steine (Granit) vorzuziehen sind.

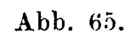
3. **Holzpflaster.** Der Vorteil gegenüber Steinpflaster besteht vorzugsweise darin, dafs fast gar kein Verkehrsgeräusch entsteht, dafs wenig Schmutz sich bildet und die Reinigung sich fast so leicht und vollständig vollzieht, wie bei Asphaltstrafsen. Ferner gleiten die Zugtiere weniger leicht aus, als auf Granit und Asphalt, wie die in London angestellten Versuche gezeigt haben (vergl. § 8). Immerhin aber ist das Holz in Beziehung auf das Ausgleiten bei feuchtem Wetter als nicht ganz sicher zu bezeichnen. Für starken Verkehr eignet sich das Holzpflaster nicht, wenigstens hat man mehrfach schlechte Erfahrungen damit gemacht und auch in England vermeidet man es bei Strafsen, welche schweren Frachtverkehr aufweisen.

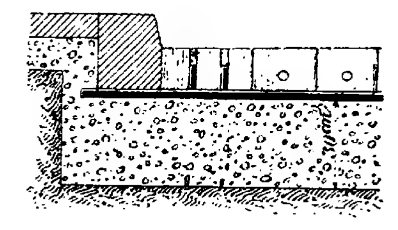
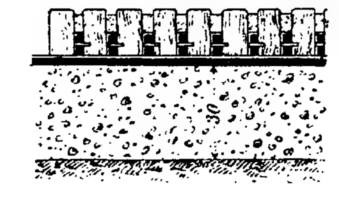
Im Jahre 1825 kamen die ersten Holzpflasterungen in England auf und seitdem wurde eine ganze Reihe Patente auf besondere Ausführungsweisen genommen. Man versuchte alle möglichen geraden, gekrümmten, schiefwinkeligen und verzahnten Querschnittsformen, von denen sich aber keine einzige bewährte.

Im Jahre 1841 führte Carey zuerst Holzklötze parallelepipedischer Form ein, welche auch in neuester Zeit als die vorteilhaftesten beibehalten worden sind. Weitere Verbesserungen wurden im Jahre 1871 von der Improved Wood Pavement Company eingeführt, und es ist im Jahre 1874 als wesentlicher Fortschritt die Anwendung einer Unterlage von Beton zu bezeichnen, durch welche erst das Holzpflaster befähigt wurde, mit anderen Pflasterungsarten in Wettbewerb zu treten. Von den älteren Ausführungsweisen möge hier nur eine einzige näher beschrieben werden, diejenige nach Koplands Patent (Abb. 64 u. 65). Die parallelepipedischen Holzklötze liegen in Querreihen auf einer dünnen Asphaltschicht, welche auf einer Betonschicht von 30 cm aufruht. Die Klötze der einzelnen Reihen sind durch Nägel miteinander verbunden, der untere Teil der Fugen ist mit Asphalt, der obere mit Sand ausgefüllt.

Abb. 64 u. 65. *Holzpflaster nach Koplands Patent.*





Später sind in englischen Städten einfachere Ausführungsweisen in Anwendung gekommen[51]), welche die Nachteile der früheren vermeiden, und in grofser Ausdehnung namentlich da ausgeführt sind, wo starker Verkehr mit leichtem Fuhrwerk vorherrscht

[49]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 199.

[50]) Siehe Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 13.

[51]) Nach eigenen Reisebeobachtungen 1878, ferner nach dem Zentralbl. d. Bauverw. 1883, S. 106 u. 113.

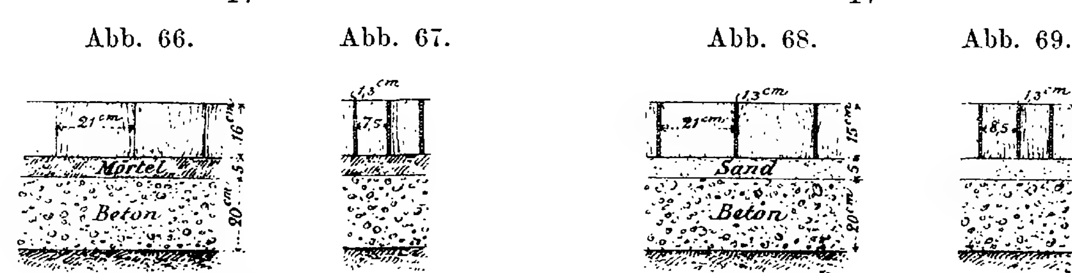
und Beseitigung des Verkehrsgeräusches erwünscht war. Die parallelepipedischen Blöcke bestehen aus rohem oder mit Kreosot getränktem Tannenholz, sind 7 bis 10 **cm** breit, 15 bis 17 **cm** dick und 20 bis 30 **cm** lang, und sind fast ausnahmslos in Reihen senkrecht zur Strafsenachse, die Hirnfläche nach oben, verlegt. Die Fugen zwischen den einzelnen Reihen sind je nach der Ausfüllung 3 bis 12 **mm** weit. Die Fugenausfüllung besteht entweder bei 2 bis 3 **mm** weiten Fugen aus Teerpappe, oder bei 6 **mm** aus Teerasphalt, bei 10 bis 12 **mm** weiten aus hydraulischem Mörtel. Häufig ist auch das untere Viertel der Fugen mit Teerasphalt, der Rest mit Mörtel ausgegossen, überall aber sind die früher angewandten Einlagen von Holzstäben verlassen worden, man bedient sich der in die Fugen eingelegten Holzstäbe nur noch, um den Lagerfugen die richtige Weite zu geben; vor Einbringung der Fugenausfüllung werden sie entfernt.

a) Die Unterbettung des Holzpflasters besteht je nach der Festigkeit des Untergrundes aus einer Betonschicht von 15 bis 25 **cm** Dicke, wie bei den Asphaltstrafsen. Da es schwierig ist die Oberfläche des Betons vollständig genau nach der richtigen Strafsenwölbung abzugleichen, so dient als Zwischenlage ein dünner Zementgufs. Zwischenschichten von Asphalt, wie bei Koplands Patent, werden nicht mehr angewendet. Der Beton hat aufser Schaffung einer festen Unterlage für das Holzpflaster noch den Zweck, das Aufsteigen von Grundwasser zu verhindern, da vom Fernhalten des Wassers die Haltbarkeit des Pflasters wesentlich abhängt. Die wasserdichte Ausfüllung der Fugen verhindert das Eindringen des Regenwassers von oben, und die Tränkung der Klötze trägt sicher dazu bei, die Oberfläche der Strafse ebenfalls undurchdringlich zu machen. Einige Beispiele mögen hier Platz finden:

Abb. 66 u. 67 stellt Quer- und Längenschnitt der Holzpflasterung dar, wie solche im Jahre 1878 in der Oxfordstreet (London) ausgeführt wurde. Die Ausfüllung der Fugen ist Zementmörtel. Das Pflaster wurde als Ersatz von in Mörtel verlegtem Granitpflaster hergestellt, vorzugsweise im Interesse der Anwohner.

Abb. 66 u. 67. *Holzpflaster in London.* Abb. 68 u. 69. *Holzpflaster in Birmingham.*

Abb. 66. Abb. 67. Abb. 68. Abb. 69.



Im gleichen Jahre in der New-Street (Birmingham) ausgeführtes Holzpflaster (s. Abb. 68 u. 69) besteht aus Blöcken von 8,5 **cm** Breite, 15 **cm** Höhe, 21 **cm** Länge mit 12 **mm** weiten, mit hydraulischem Mörtel gefüllten (Stofs- und Reihen-) Fugen, als Zwischenlage eine 5 **cm** hohe Sandschicht, die Unterlage 20 **cm** Beton. Als Abdeckung des Pflasters wurde eine Schicht groben Sandes verwendet. Dieses Pflaster bildete den Ersatz eines auf doppelter Dielenlage versetzten Holzpflasters, das sich schlecht gehalten hatte.

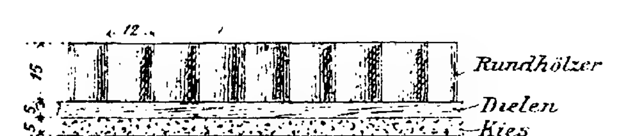
Es möge hier auch die Ausführungsweise des Holzpflasters in Chicago erwähnt werden, wie solche früher zur Ausführung kam[52]): Auf dem sorgfältig abgewalzten oder abgerammten Untergrund wird eine 5 **cm** starke Lage von Sand oder Kies ausgebreitet und festgerammt. Auf dieser liegt ein Boden von 5 **cm** starken tannenen Dielen parallel der Strafsenrichtung, deren Ende und Mitte durch quer gelegte, 20/5 **cm** starke Dielen unterstützt sind; die Dielen sind beiderseits mit Kohlenteer gestrichen. Die runden Pflasterklötze haben 10 bis 20 **cm** im Durchmesser, sind 15 **cm** hoch und bestehen aus dem Holze der weifsen Zeder *(Thuja occidentalis)*. Die Hirnseite wird nach oben gerichtet und die Fugen werden mit Kies von Erbsen- bis Wallnufsgröfse (kleiner als 2 ½ **cm**) dicht ausgefüllt. Das Pflaster wird abgerammt, die entstehenden Zwischenräume werden wieder mit Kies nachgefüllt und dann mit Teerasphalt (nicht weniger als 8 **l** f. d. **qm**)

---

[52]) Auszug aus dem Bedingnisheft 1882, Specification for Filling, Grading and Paving, Chicago.

ausgegossen (s. Abb. 70). Wer nun im Jahre 1893 den trostlosen Zustand der Strafsen in Chicago sich angesehen hat, wird leicht versucht gewesen sein, ein hartes Urteil über das städtische Strafsenbauwesen in Amerika abzugeben, aber bei näherer Prüfung der amerikanischen Verhältnisse kommt man zu anderen Schlüssen. Nicht das Holz an sich, noch dessen mangelhafte Unterstützung durch nachgiebige Dielen, statt durch widerstandsfähigen Beton sind an der schlechten Beschaffenheit des Holzpflasters schuld, sondern der Umstand, dafs bei dem ungeheuer raschen Anwachsen der Städte die Stadtverwaltungen nicht imstande waren, der Strafsenunterhaltung genügende Aufmerksamkeit zu schenken und die nötigen Geldmittel zu beschaffen. Chicago ist im Jahre 1871 zur Hälfte abgebrannt und mufs der Stadtverwaltung alle Anerkennung gezollt werden, wenn nach 20 Jahren eine solche Stadt mit den schwierigen Entwässerungsanlagen, der ebenso kostspieligen Versorgung mit Trinkwasser u. s. w. entstehen konnte, die Geldmittel mufsten zu anderen Zwecken Verwendung finden, als zur Strafsenunterhaltung.

Abb. 70. *Holzpflaster in Chicago.*



b) Neuere Ausführungsweisen des Holzpflasters. Im letzten Jahrzehnt haben die Holzpflasterungen gröfsere Verbreitung gefunden, sie sind sogar in Mode gekommen, eine ausgedehnte Literatur über Holzpflasterungen ist erschienen[53]), die verschiedenartigsten Erfahrungen über Zweckmäfsigkeit und Haltbarkeit sind gemacht worden, so dafs es auch dem bewährten Praktiker schwer wird, sich ein genaueres Urteil darüber zu bilden, ob für einen bestimmten Fall die Anwendung von Holz sich empfiehlt oder nicht.

Die Ausführungsweise der neueren Holzpflasterungen ist ganz ähnlich der eben beschriebenen englischen. Die Grundlage bildet eine Betonschicht von 15 bis 20 cm Stärke; von der Verwendung von Dielen ist man gänzlich abgekommen, da diese bei geringer Nachgiebigkeit des Untergrundes geradezu Veranlassung geben, die Holzklötze loszurütteln, wie dies in den Chicagoer Strafsen in so auffallender Weise beobachtet werden konnte. Da es Schwierigkeiten macht, den Beton vollständig eben abzugleichen, so wird er mit einem Zementgufs überzogen, der ganz genau nach der Strafsenwölbung abgeglichen wird.

Die Holzklötze werden entweder unmittelbar auf den Beton aufgelegt, oder aber in Sand oder Mörtel gebettet, die Klötze erhalten in neuerer Zeit nur noch eine geringe Dicke von 8 bis 13 cm und werden in Reihen senkrecht zur Strafsenachse oder auch in schräger Richtung verlegt. Das erstere ist das gewöhnliche. Die Stofsfugen werden vollständig schliefsend angeordnet, die Reihenfugen aber erhalten eine Stärke von 6 bis 10 mm, welche dadurch erreicht wird, dafs Holzstäbe von der entsprechenden Dicke etwa 4 cm hoch, in die Reihenfugen eingelegt werden, die nach Verlegung mehrerer Reihen vor dem Ausfüllen der Fugen wieder entfernt werden. Da die Klötze bei Aufnahme von Wasser sich ausdehnen, so ist ein Aufquellen des Pflasters nach der Breite zu befürchten, durch welches schon starke Hebungen in der Strafsenmitte[54]) oder Verschiebungen der Bordsteine entstanden sind. Man verhütet diesen Nachteil durch Anbringung von Sparfugen von 3 bis 4 cm Breite, welche mit Lehm oder Sand ausgefüllt sind; man kann behufs Anbringung derselben das Pflaster seitlich durch Längsreihen von Holzklötzen begrenzen, oder durch Pflasterstreifen, welche zwischen den Bordsteinen und der Holzpflasterung angebracht sind.

---

[53]) Vergl. v. Willmann, Strafsenbau. Fortschr. d. Ing.-Wissensch. II. 4, S. 75, und die Literatur am Ende dieses Kapitels.

[54]) In Frankfurt wurden Hebungen der Strafsenmitte bis zu 0,5 m beobachtet, die Strafsen mufsten für den Verkehr gesperrt werden.

Das Aufquellen des Pflasters nach der Strafsenachse wird durch die Lagerfugen verhütet, indem der weiche Mörtel, welcher die Ausfüllung bildet, ein Zusammendrücken ermöglicht. Bei Verwendung von Hartholz ist das Aufquellen des Holzes sehr gering, man kann deshalb hier die Breite der Reihenfugen wesentlich vermindern bezw. die Klötze schliefsend versetzen. Sie können auch mittels flüssigem Teer auf den Beton verlegt werden, bei weichen Holzarten empfiehlt sich dies weniger, um eine Verschiebung der Klötze beim Aufquellen zu erleichtern.

Die Ausfüllung der Reihenfugen kann durch Sand, Mörtel oder Teermischung erfolgen. Nach dem Fertigstellen des Pflasters wird eine leichte Sandschüttung aufgebracht, die dazu dient, die etwa sich leerenden Fugen wieder zu füllen, die aber auch teilweise in das Hirnholz der Klötze eindringt und diese gegen Abnutzung widerstandsfähiger macht.

Die zum Holzpflaster verwendeten Hölzer sind gewöhnlich Tannenholz oder Kiefernholz, welche jedenfalls eine Durchtränkung verlangen, weil sie sonst leicht faulen. Das Gleiche gilt für Buchenholz, das übrigens wegen seiner Sprödigkeit keine grofse Dauer verspricht. Die amerikanischen Holzarten *Pitch pine* (Pechkiefer, *Pinus rigida)*[55]) und *Yellow pine (Pinus ponderosa)* sind vermöge ihrer Härte und ihres Harzgehaltes als sehr gute Materialien zu bezeichnen; sie werden aber wohl wegen ihres hohen Preises in Europa weniger Anwendung finden können.

In Amerika wird zum Holzpflaster gewöhnlich sogenanntes Zedernholz verwendet, nämlich *Red cedar (Juniperus virginiana)* und *White cedar (Thuja occidentalis)*, welche als runde Klötze von der Dicke des Pflasters durch Zerschneiden der 10 bis 20 **cm** dicken Stämme erhalten werden, nachdem einfach die Rinde entfernt ist. Das Holz ist sehr hart und fest und können bei zweckmäfsiger Verlegung ganz brauchbare Strafsen mit diesem Zedernholz hergestellt werden (s. oben S. 265).

In neuester Zeit sind australische Hölzer zur Herstellung des Holzpflasters in Anwendung gekommen, welche sich mehrfach sehr gut bewährt haben.[56]) (Es wird nur angegeben, dafs das Pflaster sehr glatt ist und die Pferde wie auf Asphaltpflaster bei feuchtem Wetter leicht stürzen.) Diese australischen Eisenhölzer (Karriholz, Jarraholz, Tallowwood) sollen sich sehr wenig abnutzen (nämlich nur etwa 0,625 **cm** im Jahre) gegenüber 3,4 **cm** für Tannenholz und zwar in einem stark befahrenen Teile der Euston-Street in London.[57]) Es ist wohl unzweifelhaft, dafs diese Eisenhölzer eine längere Dauer versprechen, als unser weiches Tannen- und Kiefernholz, der Preis dieser Hölzer ist aber auch sehr hoch, auch wird darauf hinzuweisen sein, dafs die oben angeführten Zahlen für die Abnutzung recht bedeutend sind, dafs somit Granit jedenfalls längere Dauer verspricht, als selbst die Eisenholzarten (Eukalyptus). — Einige der gegenwärtig angewendeten Ausführungsweisen von Holzpflaster sollen im Folgenden näher beschrieben werden:

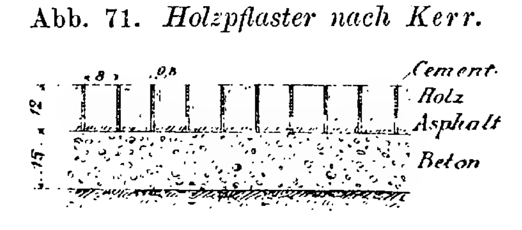
Ausführungsweise Kerr (s. Abb. 71). Auf einer Betonschicht von 10 bis 15 **cm** Dicke, welche durch einen Zementstrich genau nach der richtigen Strafsenwölbung abgeglichen wird, werden die 10 **cm** hohen und 8 **cm** breiten Klötze unmittelbar aufgesetzt (Abb. 22, Taf. XI). Die Reihen liegen senkrecht zur Strafse, die Klötze stofsen in den Reihen fest aneinander, die Fugen zwischen den einzelnen Reihen betragen 8 **mm**, die Klötze sind mit Kreosot getränkt. Die regelmäfsige Breite der Reihenfugen

[55]) Nach der Bezeichnung der Forstausstellung des Staates New-York in Chicago 1893.

[56]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 83. Studienreise des Strafseninspektors von Zürich.

[57]) Ebendaselbst S. 247. Über Strafsenpflasterungen in England.

Abb. 71. *Holzpflaster nach Kerr.*



wird durch Einlegen kleiner Latten erreicht, die aber wieder entfernt werden. Es wird nun in die Fugen Teermasse eingegossen auf eine Höhe von 1 bis 2 cm, die Masse dringt auch da, wo die Klötze nicht genau auf dem Beton aufliegen, unter diesen ein, so dafs jeder einzelne Klotz fest auf der Unterlage aufsitzt. Der obere Teil der Fugen wird mit Zementmörtel ausgegossen. Die Kosten f. d. qm einschliefslich Betonunterlage betragen 13,50 M.

Das Holzpflaster in Mainz[58]) liegt auf einer Schicht Beton von 15 bis 20 cm, der im Mischungsverhältnis 1 : 3 : 6 ausgeführt ist und auf der vorher mit der Dampfwalze abgewalzten Chaussierung liegt. Der Beton ist mit einem Zementmörtelüberzug von 1 cm Dicke im Mischungsverhältnis 1 : 3 nach dem richtigen Profil abgeglichen. Man überdeckte bis zur vollständigen Erhärtung den Beton mit einer rund 4 cm hohen Kiesschicht, welche unter Anfeuchtung etwa sechs Tage liegen gelassen, dann aber wieder entfernt wurde. Das Verlegen der Klötze geschah teils in schrägen Reihen, teils senkrecht zur Strafsenachse; bei der ersteren Anordnung sollen sich bessere Ergebnisse gezeigt haben. Die Klötze, mit Chlorzink und Karbolsäure getränkt, sind 12 bis 18 cm lang, 8 cm breit und 10 cm hoch und mit dichtschliefsenden Stofsfugen und 8 bis 9 mm breiten Reihenfugen verlegt, die Fugenbreite wurde durch Einlage getränkter Leisten von 4 cm Höhe und 7 mm Stärke erreicht. Der obere Teil der Fugen wurde mit Sand gefüllt und mit Kohlenteer und Schwarzpech ausgegossen. Auf die Oberfläche ist eine etwas dickflüssigere Aufgufsmasse heifs aufgebracht und mit Perlkies überstreut worden, so dafs beim Befahren die Kiesstückchen teilweise in das Hirnholz eingeprefst werden und die Widerstandsfähigkeit der Oberfläche vergröfsern.

Beim Verlegen wurde möglichste Sorgfalt auf die Auswahl der Klötze verwendet, an den Randsteinen sind Längsfugen angebracht, um der Querausdehnung Rechnung zu tragen. Die Kosten betrugen bei 15 cm hoher Bettung 12,3 M., bei 20 cm starker Bettung 12,8 M. f. d. qm.

Das Pflaster wird stets sehr sorgfältig gereinigt und bei Eintritt von Frost mit Sand bestreut.

In Stuttgart sind im Jahre 1905 Holzpflasterungen auf zwei die technische Hochschule umgebenden Strafsen ausgeführt worden, in der einen mit schwedischem Kiefernholz, in der anderen mit australischem Hartholz *(Tallowwood)*, die Strafsen haben einen verhältnismäfsig geringen Verkehr.

Das Kiefernholzpflaster besteht aus imprägnierten Blöcken von 18 bis 25 cm Länge, 8 cm Breite und 10 cm Höhe. Der Unterbau besteht aus einer Betonschicht von 17,0 cm Stärke im Mischungsverhältnis 1 : 10 mit einem Glattstrich von 1,0 cm Stärke, und einem Mischungsverhältnis von 1 Portlandzement und 2 Mainsand.

Die Klötze wurden in Reihen senkrecht zur Strafse mit schliefsenden Stofsfugen aufgelegt, die Reihenfugen erhielten eine Weite von 6 mm, welche durch eingelegte Stäbe von 20 mm Höhe gebildet wurden, die Stäbe wurden nach dem Einlegen gröfserer Pflasterstrecken wieder entfernt, die Fugen mit dünnem Zementmörtel ausgegossen; an den Bordschwellen liegen drei Längsreihen mit einem Zwischenraum von 4 bis 5 cm neben den Fufswegrandsteinen. Dieser Zwischenraum ist 5 cm hoch mit Sand, der Rest mit Ton ausgefüllt, auf das fertige Pflaster wurde eine 1 cm hohe Sandschicht auf-

---

[58]) Vergl. v. Willmann, Strafsenbau. Fortschr. d. Ing.-Wissensch. II. 4, S. 71.

gebracht. Der Preis des Pflasters samt Betonunterbau beträgt 15 M. f. d. qm. Das Pflaster ist zehn Jahre lang unentgeltlich vom Unternehmer zu unterhalten.

Das Tallowwood-Pflaster besteht aus Klötzen von 18 bis 25 cm Länge, 8 cm Breite und 9 cm Höhe, welche in Reihen senkrecht zur Strafse mit schliefsenden Stofsfugen verlegt sind. Der Unterbau besteht aus einer Betonschicht von 18 cm Höhe (1 Portlandzement und 10 Flufskies), die mit einem Glattstrich von 2,0 cm Höhe (1 Portlandzement, 2 Mainsand) versehen sind.

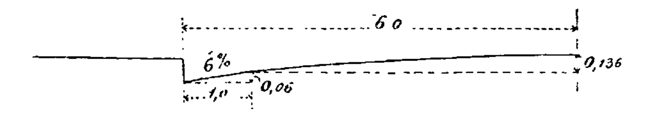
Beim Verlegen wurden die Klötze etwa zur Hälfte der Höhe in ein heifses Gemenge von 2 Teilen Steinkohlenpech und 3 Teilen Steinkohlenteer eingetaucht, die untere Fläche abgestrichen und die Klötze möglichst dicht versetzt, so dafs sich auch nur kleine Reihenfugen bildeten. Die Fugen wurden dann später mit dünnflüssigem Portlandzementmörtel (1 Zement, 1 Mainsand) ausgegossen. An den Bordschwellen sind zwei Längsreihen Klötze verlegt in einem Abstand von 4 bis 5 cm vom Fufswegrandstein, die Fuge ist 5 cm hoch mit Sand, der obere Teil mit Ton ausgefüllt. Das fertige Pflaster ist 1 cm hoch (einmal) mit Porphyrgrus überdeckt worden. Der Preis des Pflasters beträgt 19 M. f. d. qm, einschliefslich des Betonunterbaues.

Die Unterhaltung hat 5 Jahre lang unentgeltlich zu geschehen. Für die weiteren 15 Jahre werden dem Unternehmer für die Unterhaltung 0,5 M. f. d. qm vergütet. Nach 10 Jahren darf die Abnutzung nicht mehr als 10 mm in der Höhe betragen. Die Querneigung des Pflasters in den beiden eben beschriebenen Strafsen beträgt 2 bis $2^1/_2$ %, somit die Wölbung $^1/_{100}$ bis $^1/_{80}$. Die Pflasterungen haben sich bis jetzt gut gehalten, nur beim australischen Holz wird geklagt, dafs es im Sommer sehr glatt wird und zum Stürzen der Pferde Veranlassung gibt.

Die Erfahrung zeigt, dafs die einfacheren Ausführungsweisen den früher angewendeten umständlichen Anordnungen vorzuziehen sind.

c) Quer- und Längsgefälle für das Holzpflaster. Die Holzpflasterung gestattet infolge ihrer glatten Oberfläche eine geringe Wölbung, welche etwa zu $^1/_{60}$ bis $^1/_{80}$ angenommen werden kann. Als zweckmäfsigstes Querprofil der Strafsen kann das in Paris angewendete bezeichnet werden (siehe Abb. 72), wo die eigentlichen Fahrstrafsen in der Mitte ein Seitengefälle von 2,7%, die Seiten dagegen auf eine Breite von 1,0 m (die Strafsenkandel) 6% Gefälle aufweisen. In Beziehung auf die Neigung im Längenprofil kann aber viel weiter gegangen werden, als bei Asphalt, es werden Strafsen von 4% Neigung ohne Anstand befahren. (In Birmingham liegt auf kurze Strecken der Great Charles-Street das Holzpflaster auf 8% Neigung.) Der Nachteil des Gleitens der Zugtiere bei feuchter Witterung kann durch Bestreuen mit Sand gemildert werden.

Abb. 72. *Strafsenquerschnitt in Paris.*



Die Vor- und Nachteile des Holzpflasters in Vergleichung mit den anderen Pflasterungsarten sollen unten näher besprochen, hier möge aber hervorgehoben werden, dafs man sich einer Täuschung hingibt, wenn man bezüglich der Haltbarkeit und Dauer das Holzpflaster in eine Linie mit dem Granit stellt, ja sogar für noch vorzüglicher als diesen erklärt, wie es in letzter Zeit in Zeitschriften, Berichten von städtischen Verwaltungen u. s. w. geschehen ist. Holz ist kein Granit, das Holzpflaster behält allerdings in den ersten Jahren nach seiner Herstellung seine sehr ebene Oberfläche bei, dann beginnt aber rasch eine ungleiche Abnutzung der Klötze, die Oberfläche der Fahrbahn wird uneben, und wenn vollends mit Flicken (Auswechseln einzelner Klötze)

begonnen werden mufs, so nimmt die Unregelmäfsigkeit immer mehr zu, so dafs schliefslich nichts als die vollständige Neupflasterung übrig bleibt.

In Stuttgart ist im Jahre 1893 in der Kronprinzstrafse Holzpflaster gelegt worden, das sich etwa 3 bis 4 Jahre lang ganz gut hielt, im Jahre 1897 wurden aber gröfsere Flickarbeiten nötig, und 1899 war man genötigt, das Pflaster umzubrechen und neu zu legen. Hierbei wurden die noch gut erhaltenen Klötze umgedreht. Dafs diese bei ihrer doch etwas unregelmäfsigen Höhe ein haltbares Pflaster nicht abgegeben haben, zeigte der schlechte Zustand 1902. Daraufhin ist statt des Holzes die Strafse mit Asphalt belegt worden (1905/06).

d) Dauer und Kosten des Holzpflasters. Wenn lange Dauer des Holzpflasters erwartet werden soll, so ist auf möglichst sorgfältiges Auslesen der Holzklötze Bedacht zu nehmen[59]); man darf das Holzpflaster nicht in Strafsen verwenden, welche sehr schweren Verkehr aufweisen. Holzpflaster sollten auch nur solche Strafsenzüge erhalten, welche der Sonne und dem Luftzug ausgesetzt sind, denn wenn das Holz nicht die Möglichkeit hat, nach Regenwetter rasch wieder auszutrocknen, so geht es bald der Zerstörung entgegen, namentlich wenn die Strafsen geringe Breite haben; die von West nach Ost verlaufenden Strafsen liegen bei der in deutschen Städten üblichen Gebäudehöhe meist im Schatten und eignen sich deshalb nicht zur Anwendung von Holzpflaster.

Der dem Holzpflaster gemachte Vorwurf, dafs es schädliche Ausdünstungen und Staub hervorrufe, dürfte nicht schwer ins Gewicht fallen, es könnte das erstere für Strafsenstrecken, welche vermöge ungünstiger Lage nicht austrocknen, zutreffen. Der Staub der Holzstrafsen wird aber im allgemeinen nicht gefährlicher sein, als derjenige gepflasterter Strafsenstrecken; die Holzstrafsen sind ja leicht zu reinigen, und das getränkte Holz saugt wenig unreine Flüssigkeiten auf. Auch die Feuergefährlichkeit des Holzpflasters ist eine übertriebene Befürchtung. Das Pflaster ist seitlich durch die Randsteine gefafst, ein Abbrennen der Oberfläche könnte nur äufserst langsam geschehen, in der Beschreibung des grofsen Brandes in Chicago am 7. bis 9. Okt. 1871 ist wohl angeführt, dafs die aus Bohlen bestehenden Fufswege, welche meist auch unten freilagen, in Brand geraten sind, von brennendem Holzpflaster findet sich keine Erwähnung.

Soviel wird aus den seitherigen mit dem Holzpflaster gemachten Erfahrungen zu schliefsen sein, dafs es höhere Unterhaltungskosten erfordert, als das Granitpflaster, denn auf eine höhere Dauer als 6 bis 10 Jahre dürfte kaum zu rechnen sein. Dagegen gibt es Fälle, wo trotz dieser höheren Unterhaltungskosten das Holzpflaster vorzuziehen ist, nämlich bei Strafsen, welche möglichste Vermeidung des Verkehrsgeräusches erfordern, in der Nähe von Schulen und auf eisernen Strafsenbrücken. In einer Strafse mit lebhaftem Verkehr, an welcher Verkaufsläden und Geschäftslokale in grofser Zahl liegen (Oxford-Street in London), kann es ferner für den Geschäftsinhaber angezeigt sein, Beiträge für die Anlage und Unterhaltung des Holzpflasters zu leisten, so dafs die Stadtverwaltung für ihre Mehrauslagen schadlos gehalten wird. Auf eisernen Brücken wird häufig Holzpflaster ausgeführt (s. Abb. 17, 18 u. 21, Taf. VI), da das wesentlich geringere Gewicht des Strafsenkörpers namhafte Ersparnisse im Gewicht der Eisenkonstruktion zuläfst, auch die heftigen Stofswirkungen wegfallen, die bei Anwendung von Makadam oder Pflaster die Eisenkonstruktion treffen (vergl. S. 112).

Die Kosten des Holzpflasters bei Anwendung von Weichholz und Betonunterlage betragen in neuerer Zeit etwa 12 bis 14 M. f. d. qm. Häufig wird der Vertrag in der Art abgeschlossen, dafs der Unternehmer die Unterhaltung des Pflasters in den nächsten

---

59) Freese, Über das Pariser Holzpflaster. Zentralbl. d. Bauverw. 1891, S. 443 u. 451.

3 bis 5 Jahren umsonst zu leisten hat, und dafs für die nachfolgenden Jahre 60 bis 80 Pf. f. d. **qm** für die Unterhaltung in gutem Zustande zu bezahlen sind. Für australisches Holzpflaster betragen die Preise in Stuttgart gegenwärtig 19 M. (s. oben).[60])

4. Besondere Pflasterungsarten.

a) Gufseisernes Pflaster. Versuche, das Strafsenpflaster aus Gufseisen herzustellen, wurden schon in verschiedenen Städten, so namentlich in Warschau, Petersburg und London gemacht; über Ausführungsweise und Brauchbarkeit sind aber nur unvollkommene Nachrichten bekannt geworden. Im allgemeinen scheinen die Ergebnisse nicht besonders befriedigend gewesen zu sein. In neuerer Zeit ist ein Versuch mit solchem Pflaster in Hamburg gemacht worden, welcher der in Warschau angewendeten Ausführungsweise ähnlich war. Als Unterlage diente eine gewöhnliche Chaussierung von Grundbau und Kies von 15 **cm** Stärke, die sorgfältig abgewalzt wurde. Auf derselben lagen Gufsblöcke von Zellenform, welche einfach nebeneinandergelegt wurden und mittels Verzahnung ineinandergriffen. Die Zellen waren sorgfältig mit Kies ausgestampft, und das Ganze wurde mit einer dünnen Kiesschicht überdeckt. Eine Abnutzung soll nicht bemerkbar gewesen sein, dagegen mufste von 8 zu 8 Wochen die Kiesbedeckung erneuert werden. Die Anlagekosten sind sehr hoch, nämlich 26,5 M. für das Eisen und 4,5 M. für die Bettung, zusammen 31 M. f. d. **qm**, also nahezu doppelt so hoch, als für gutes Steinpflaster oder Stampfasphalt. Das unter den Linden in Berlin in der Nähe des Brandenburger Tores im Jahre 1883 noch liegende Probestück einer anderen Ausführungsweise von Gufspflaster machte ebenfalls keinen günstigen Eindruck: die einzelnen Gufsstücke klapperten beim Darüberfahren und Wasser hatte sich in die Hohlräume eingezogen. — Nach den bis jetzt gemachten Versuchen zu schliefsen, ist kaum anzunehmen, dafs gufseisernes Pflaster irgendwo dauernde Anwendung finden wird, der Grund wird darin zu suchen sein, dafs das gufseiserne Pflaster einerseits sehr teuer ist, dann ist als grofser Mangel zu bezeichnen, dafs die bis zur Strafsenoberfläche heraufragenden Teile des Gufseisens glatt werden und den Pferden keinen Halt mehr bieten, während die Zellenausfüllungen sich rasch ausnutzen, so dafs schliefslich die Zugtiere in diesen hängen bleiben, wenn nicht die Ausbesserungen in sehr sorgfältiger Weise gehandhabt werden. Das unangenehme Klappern und die heftigen Stöfse der Räder auf das unnachgiebige Gufseisen vermehren weiterhin die Nachteile.

b) Zementstrafsen. Die ausgedehnte Anwendung, welche der Zement im letzten Jahrzehnt überall derart findet, dafs die Verehrer desselben die Verwendung natürlicher Bausteine ganz ausschliefsen möchten, hat auch dazu geführt, den Zement für die Befestigung der Strafsen selbst in Anwendung zu bringen. Wie wir im nächsten Paragraphen sehen werden, hat auch bald der Zement sich die Herrschaft gegenüber anderen Materialien bei Ausführung der Befestigung der Fufswege städtischer Strafsen erobert. Die Verwendung für die Fahrbahnen ist aber bis jetzt Versuch geblieben und es ist nicht daran zu denken, dafs Beton oder Betonerzeugnisse hier die natürlichen Steine und den Asphalt verdrängen werden. Beton hat bekanntlich, wenn sorgfältig aus Portlandzement hergestellt, grofse Festigkeit, aber ein Mangel desselben wird sich nicht vermeiden lassen, nämlich die Sprödigkeit, durch welche er Stofswirkungen nicht widersteht. Beim Verkehr mit einigermafsen schwerem Fuhrwerk mufs deshalb bald die Oberfläche der Fahrbahn bröckelig werden, und wenn die obere glatte Deckschicht abgefahren ist, kann der untere Teil kaum besser sein, als eine gewöhnliche

[60]) Siehe Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 199.

Steinschlagbahn. In Grenoble sind schon seit längerer Zeit derartige Strafsenbefestigungen im Gebrauch[61]), die sich gut gehalten haben sollen. Die Angaben sind aber mit Vorsicht aufzunehmen, oder der Verkehr ist nur schwach und beschränkt sich auf leichtes Fuhrwerk.

Ähnlich verhält es sich mit dem Basalt-Zementpflaster, das die Unternehmer Kieserling, Altona, und O. Schulz, Leipzig, in mehreren Städten zur Anwendung gebracht haben.[62]) Das Pflaster wird in einer stärkeren unteren Schicht und einer schwächeren Deckschicht in einer Gesamtdicke von 20 cm wie Beton aufgebracht und durchgreifend gestampft. Über das Mischungsverhältnis und den zur Verwendung gelangenden Zement ist nichts näheres bekannt. Eine Probestrecke von etwa 15000 qm Fläche ist seit 1899 in Frankfurt in den Strafsen des Schlacht- und Viehhofes ausgeführt und, aufser mehreren Querrissen, haben sich keine Nachteile erkennen lassen. Der Preis betrug in Frankfurt f. d. qm 8,30 M. bei fünfjähriger Garantie.

Von Professor Dietrich wird Zement-Makadam für Strafsen mit leichtem Verkehr empfohlen[63]), wir möchten dem aber nicht zustimmen. Die steife Betonplatte, welche die Strafsenfahrbahn darstellt, ist zu unnachgiebig, das Fahren wird sehr hart, was weder für die Strafsenbefestigung, noch für Fuhrwerk und Pferde zuträglich ist. Auch die Unterhaltung der Strafsen ist sehr schwierig, weil Ausbesserungen mehrere Tage lang dem Verkehr entzogen bleiben müssen, bis genügende Erhärtung der Oberfläche eingetreten ist. Die Anwendung von Zementstrafsen wird sich deshalb nur da empfehlen, wo besondere Reinlichkeit verlangt wird. Für unsere gewöhnlichen Strafsen ist Zement-Makadam nicht das richtige Material, man bleibe lieber beim bewährten Granitpflaster, das ja auch um verhältnismäfsig geringen Preis hergestellt werden kann, wenn man an regelmäfsige Form der Pflastersteine keine zu hohen Anforderungen stellt. Einen ähnlichen Standpunkt vertritt ein Aufsatz in der Deutschen Bauzeitung[64]), worin namentlich noch darauf hingewiesen wird, dafs der Zugang zu Rohrleitungen unter der Strafse bei Zementabdeckung mit aufserordentlichen Schwierigkeiten und Kosten verknüpft ist.

c) Asphaltbeton oder Pechmakadam besteht aus einer in gewöhnlicher Weise aus Grobgeschläg und Kleingeschläg hergestellten Steinbahn, die aber nach erfolgter Dichtung durch Stampfen oder Abwalzen dadurch noch besonders gedichtet wird, dafs die Zwischenräume mittels einer Teermischung ausgegossen werden. Derartige Anordnungen wurden schon im Jahre 1878 in Liverpool angewendet, scheinen aber dort verlassen zu sein. Sie werden wenigstens in dem neueren Berichte von 1898 nicht mehr erwähnt. Der Asphaltbeton ist in anderen Städten ebenfalls versucht worden[65]), mit welchem Erfolg dies geschehen ist, ist nicht bekannt geworden.[66])

Anderweitige Pflasterarten mit künstlichen Pflastersteinen verschiedener Art sind schon mehrfach versucht worden, sie sind aber aus dem Stadium des Versuchs nicht

---

[61]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 133, 146; siehe auch Löwe, Strafsenbau, S. 338.

[62]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 49 u. 50.

[63]) Deutsche Bauz. 1900, S. 550.

[64]) Deutsche Bauz. 1900, S. 151.

[65]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 13.

[66]) Die neuesten Versuche über die Verwendung von Beton zum Strafsenbau s. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, No. 7 bis 12. Sie sind dem Fachblatt „Beton und Eisen“ entnommen, welches den Gegenstand unter dem Titel ‚Die Strafsen der Zukunft‘ behandelt. Wir vermögen den optimistischen Standpunkt des Aufsatzes so wenig zu teilen, wie die Redaktion der Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenbau.

herausgekommen und dürften wohl schwerlich eine Zukunft haben, da Kunststeine nie die Festigkeit, Härte und Zähigkeit natürlicher Steine haben können.[67])

§ 6. Asphaltstrafsen.[68]) Die vollkommensten Strafsen sind Asphaltstrafsen, sie erzeugen weder Staub noch Schmutz, halten sehr lange, verringern das bei Pflasterbahnen so unangenehme Verkehrsgeräusch, und die elastische Fahrbahn schont die Fuhrwerke mehr, als jede andere Strafsenabdeckung, weil die Stöfse vollständig wegfallen. Es werden deshalb in neuerer Zeit die Asphaltstrafsen trotz ihres hohen Preises immer häufiger eingeführt. Der weitere Vorteil derselben, dafs der Widerstand der Bewegung ein sehr geringer ist, wird dadurch teilweise wieder aufgehoben, dafs die Pferde auf der glatten Bahn nicht genug Halt finden und bei feuchtem Wetter leicht stürzen.

Es gibt zweierlei Arten von Asphalt, den Gufsasphalt und den Stampfasphalt, von denen der letztere vorzugsweise zur Befestigung der Strafsenfahrbahnen dient, während der erstere bei Fufswegen Verwendung findet und erst in neuester Zeit auch zur Befestigung von Fahrbahnen verwendet wird.

1. **Stampfasphalt.** Als Material für diesen dient der natürliche Asphaltstein, ein der Jura- oder Kreideformation angehöriger Kalkstein, welcher in wechselnder Menge (bis zu 20 %) mit Bitumen durchdrungen ist, und in einigen wenigen Orten — Val de Travers im Kanton Neufchatel, Seyssel im Departement Ain, Lobsann im Elsafs, Limmer bei Hannover — sich vorfindet.[69])

Zum Stampfasphalt eignen sich die mageren Sorten mit wenigstens 8 % Bitumengehalt, wie sie die drei erstgenannten Fundorte zeigen, der Limmerasphalt wird seines höheren Bitumengehalts wegen meist zu Asphaltmastix verarbeitet, welcher zur Gufsasphaltherstellung dient.

Um den Asphaltstein zu Stampfasphalt verarbeiten zu können, mufs er in Pulver verwandelt werden, was früher durch mäfsige Erhitzung des Steins in geschlossenen Gefäfsen geschah. Da hierbei aber ein Teil des Bitumens verloren ging, so geschieht in neuerer Zeit die Pulverisierung dadurch, dafs man die aus dem Bruch gewonnenen, von nicht durchtränktem Steinmaterial sorgfältig gereinigten Steine zuerst von Hand oder durch Steinbrechmaschinen in Kleingeschläg verwandelt, und die Pulverisierung durch besondere Maschinen, die Schleudermühlen *(broyeurs)*, bewirkt. Das Pulver hat wie der Stein eine dunkelbraune Farbe, je feiner das Korn, desto besser für die Verwendung; einer weiteren Bearbeitung bedarf das aus der Schleudermühle kommende Pulver nicht mehr, es ist zum Verbrauch fertig.

a) Herstellung der Asphaltbahnen aus Stampfasphalt. Soll nun eine Asphaltdecke hergestellt werden, so wird an der Verwendungsstelle oder auf einem Werkplatze, welcher bis zu 3 **km** vom Orte der Verwendung entfernt liegen kann, das Pulver in sich drehenden Trommeln auf 110° bis 130°, höchstens 150° C. erhitzt, um alles Wasser vollständig auszutreiben. Je geringer der Bitumengehalt, desto geringer ist der Hitzegrad zu wählen, damit kein Bitumen verloren geht. Die Beifuhr geschieht in Wagen mit eisernen Kasten, eine Abkühlung des Pulvers tritt nicht so rasch ein,

---

[67]) Ausführliche Literaturnachweise hierüber siehe v. Willmann, Strafsenbau. Fortschr. d. Ing.-Wissenschaften II. 4, S. 86 und im Literaturverzeichnis am Schlufs dieses Kapitels unter B. VII.

[68]) Bestes Werk hierüber: Dietrich, Die Asphaltstrafsen. Berlin 1882. — Siehe auch: C. Schmid, Techn. Studienhefte: Asphalt. Stuttgart 1905.

[69]) Siehe Pinkenburg, Das Vorkommen des Asphalts u. s. w. Deutsche Bauz. 1901, S. 302.

höchstens vermindert sich die Temperatur um 1 bis 2°. An der Verwendungsstelle angekommen, wird das Pulver mittels Schubkarren aufgebracht, und in Streifen von 5 m Breite und rund 20 m Länge, in einer Dicke, welche um 40% diejenige der gewünschten fertigen Asphaltdecke übersteigt, möglichst gleichmäfsig auf die Unterlage (s. unten) verteilt (somit in 7 cm Stärke für die gewöhnlich angenommene Asphaltstärke von 5 cm). Es ist schwierig, das Material gleichmäfsig auszubreiten, und hieraus erklärt sich die flachwellige Oberfläche, welche man an manchen Asphaltbahnen bemerkt. Man bewirkt eine möglichst gleichmäfsig dicke Pulverschicht durch eine Abziehlatte (s. Abb. 73), welche aus einem etwa 5 m langen, durch ein leichtes Hängewerk versteiften Richtscheit besteht, dessen Enden auf Rollen ruhen, die einerseits auf dem fertigen Asphalt, andererseits auf ein gehobeltes Saumholz sich stützen, das den neu herzustellenden Asphaltstreifen einfafst. Man führt die Latte über das frisch aufgeschüttete Pulver und streicht es auf gleiche Höhe ab. Die Verdichtung des aufgeschütteten Pulvers erfolgte früher nur mittels Stampfens, seit einigen Jahren werden aber leichte Gufswalzen ohne Seitenwände von 1,2 m Durchmesser, 0,4 m breit, rund 300 kg schwer, mit innen eingehängter Kohlenfeuerung verwendet, welche das Material leicht zusammendrücken und etwaige ungleichförmige Lagerung des Pulvers ausgleichen. Erst jetzt beginnt die Arbeit des Stampfens mittels gufseiserner runder, mit einem hölzernen Stiel versehenen, rund 20 kg schweren, vorher in einem Kohlenbecken erhitzten Stampfen (s. Abb. 74), zuerst mittels leichten, nach und nach mit immer kräftiger werdenden Schlägen. Der Anschlufs an die früher hergestellten Lagen, an Randsteine u. s. w. wird mittels rechteckiger Stampfen bewerkstelligt. Mit einer Art von Bügeleisen wird die Oberfläche vollends geglättet, und vor der Übergabe an den Verkehr mit etwas feinem Sande bestreut.

Abb. 73. *Abziehlatte mit Rollen.*

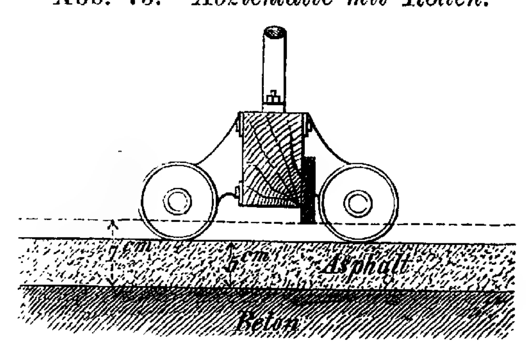
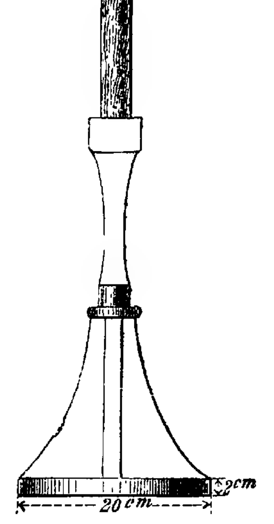


Abb. 74. *Asphaltstampfer.*



Der Anwendung der Abziehlatte und der erhitzten Vorwalze verdanken offenbar die neueren Asphaltstrafsen ihre aufserordentlich ebene Oberfläche. Professor Dietrich schlägt in der oben erwähnten (vergl. Fufsnote 68) Abhandlung vor, die Verdichtung durch Stampfmaschinen zu bewerkstelligen; die Zweckmäfsigkeit der Verwendung solcher Maschinen wird abzuwarten sein.

b) Die Dicke der Asphaltschicht in zusammengeprefstem Zustande beträgt 4 oder 5 cm, das letztgenannte Mafs ist das gewöhnliche. Abgesehen von der Abnutzung nimmt die Decke infolge weiterer Zusammenpressung durch den Verkehr noch etwas ab, in Paris wurde in der (nicht lebhaften) Strafse Rue des Bergères in 15 Jahren ein Abgang von 15% in der Dicke, aber nur von 5% im Gewicht beobachtet. Die Zusammenpressung des Asphaltes durch das Fuhrwerk hält 2 bis 3 Jahre an, es beträgt etwa 10% der ursprünglichen Dicke. Dies bringt den Vorteil mit sich, dafs der Asphalt härter und widerstandsfähiger wird. Auf wenig befahrenen Strafsen, wo die Zusammenpressung eine geringere ist, zeigt der Asphalt weniger Widerstand gegen den Einflufs der Witterungsverhältnisse, es erscheint deshalb nicht zweckmäfsig, Stampfasphalt in wenig befahrenen Strafsen zu verwenden.

c) Unterbettung der Stampfasphaltstrafsen. Von grofser Wichtigkeit für die Haltbarkeit der Asphaltstrafsen ist die Unterlage, die aus einer Betonschicht von 15 bis 25 cm besteht. Bei festem (kiesigem) Untergrund kann der Beton sehr dünn genommen werden, bei nachgiebigem Untergrund mufs ein Grundbau oder ein Rauhgeschläg, die durch Einwalzen zu verdichten sind, hinzugefügt oder die Dicke des Betons vermehrt werden.

Da jede Senkung des Untergrundes bis zur Asphaltbahn sich fortpflanzt, so ist es unstatthaft, eine neu hergestellte, in Auffüllung liegende Strafse sogleich mit Asphaltdecke zu versehen, sondern es empfiehlt sich wie beim Pflaster die Herstellung einer um die Dicke der Asphaltbahn tiefer liegenden Chaussierung als vorläufige Strafsenherstellung (s. S. 254). Ebenso unstatthaft ist es, über die auf Entwässerungsdohlen, Röhrensträngen u. s. w. neu erstellten Auffüllungen sofort mit Asphaltbelag vorzugehen. Es hat keinen Wert, hier als Verstärkung des Grundbaues Packlage oder Beton in beliebiger Dicke herzustellen, das Auffüllmaterial zu stampfen u. s. w., die Setzung tritt sicher ein und macht sich durch häfsliche Vertiefungen auf der Oberfläche bemerkbar. Asphalt auf einer Betonlage ist noch undurchdringlicher für das einem Röhrenbruch entströmende Wasser; das Auffinden der Bruchstelle, das Heraushauen des Asphalts und die Wiederherstellung desselben nach erfolgter Ausbesserung der Röhrenstränge ist viel umständlicher und teurer, als das Ausbrechen des Strafsenpflasters. Es ist deshalb durchaus nötig, dafs die genannten Röhrenfahrten aufserhalb der Asphaltierung verlegt werden, entweder unter die Fufswege oder unter besondere, mit Pflasterung versehene Fahrbahnstreifen (s. § 12). Der die Unterlage bildende Beton enthält wie beim Holzpflaster eine untere Schicht von 0,18 m Dicke aus 1 Teil Portlandzement mit 10 Teilen Kies und Sand und eine Deckschichte (Glattstrich) 1 bis 2 cm stark aus 1 Teil Portlandzement und 2 Teilen Sand. Letzterer ist genau nach der Querwölbung der Strafse abzugleichen.

In Wien erhalten Asphaltstrafsen einen Unterbau aus Beton von 18 bis 20 cm, der Asphalt ist 5 cm stark, zwischen Beton und Asphalt kommt noch als Zwischenlage eine Schicht von Dachpappe, welche den Zweck hat, eine kleine Bewegung des Asphalts zu ermöglichen, die bei Temperaturwechsel eintritt und die ohne diese Zwischenschicht häufig ein Reifsen des Asphalts bewirkt hatte. Solche Dachpappenzwischenlagen sind anderswo ohne Nachteil weggelassen worden.

d) Abnützung der Asphaltstrafsen. Diese ist verhältnismäfsig gering; wie schon oben angeführt, rührt die in den ersten Jahren beobachtete Verminderung der Dicke von der Zusammenpressung durch den Fuhrwerksverkehr her. Man kann als regelmäfsige jährliche Abnutzung etwa 0,5 bis 1,5 mm annehmen. Wenn die Abnutzung soweit fortgeschritten ist, dafs die Dicke des Asphaltes nur noch 25 bis 30 mm beträgt, so ist der Asphalt auszubrechen und durch eine neue Decke zu ersetzen. Die ausgebrochenen Asphaltstücke können wieder verwendet werden, sind ähnlich zu behandeln, wie der Asphaltstein und in Pulver zu verwandeln. Da der Asphalt etwas an Bitumen verloren hat, so ist das aus dem alten Material gewonnene Pulver mit der entsprechenden Menge neuen, stark bitumenhaltigen Pulvers zu mischen. In Wien werden bei gröfseren Ausbesserungen für das Quadratmeter 35 % weniger bezahlt, als für den Neubau, da der Unternehmer das alte Material benutzen darf.

Die herrschende Witterung spielt bei Neuherstellung der Strafsen eine wichtige Rolle. Wenn die Betonlage beim Aufbringen des Asphaltpulvers nicht überall gleichmäfsig trocken ist, so gibt jede feuchte Stelle Veranlassung zu Blasenbildungen, die nach dem Erkalten Unebenheiten und Löcher in der Oberfläche hervorbringen. Beschädigungen des Asphalts können auch durch ausströmendes Gas aus benachbarten

undichten Leitungen entstehen, wobei der Asphalt weich und schwammig wird, es empfiehlt sich deshalb das Anbringen von Entlüftungsvorrichtungen, welche ausströmendes Gas unschädlich in die Luft ableiten (vergl. § 12 unter 2).

e) Längen- und Quergefälle der Strafsen aus Stampfasphalt. Da der Stampfasphalt durch das Befahren sehr hart und glatt wird, so haben auf geneigten Strafsen die Zugtiere nicht mehr genügenden Halt zum Anziehen, es dürfen deshalb erfahrungsgemäfs Stampfasphaltstrafsen keine stärkeren Längsgefälle als 2 % gegeben werden. In einzelnen Städten (München, Dresden) werden etwa 1,5 % als gröfste zulässige Gefälle angegeben.

In ähnlicher Weise wirkt zu starke Querneigung der Strafsen schädlich, Pferde und Wagenräder gleiten leicht ab, die Pferde gehen unsicher auf der geneigten Strafsenseite. Bei einer Wölbung der Strafse von $^1/_{80}$ beträgt das mittlere Quergefälle 2,5 %, und da die städtischen Strafsen gewölbt angelegt sind, am Rande des Kandels 5 % (s. S. 241). Es erscheint dies offenbar zu stark, es dürfte daher zweckmäfsiger erscheinen, die Wölbung der Stampfasphaltstrafsen, wie in Berlin üblich, nicht über $^1/_{100}$ bis $^1/_{140}$ anzunehmen, wobei das gröfste Gefälle am Strafsenrand noch 4 bezw. 2,8 % beträgt. Dieses Gefälle genügt bei der grofsen Gleichmäfsigkeit der Strafsenoberfläche noch zur regelrechten Ableitung des Regenwassers.

f) Asphaltplatten. Bei kleineren Asphaltarbeiten kann es manchmal Schwierigkeiten haben, die zur Anfertigung von Stampfasphalt erforderlichen Vorrichtungen und Werkzeuge zu annehmbaren Kosten beizuschaffen und kann man in diesem Fall als Ersatz Asphaltplatten in Anwendung bringen. Man kann nun diese Platten von denselben Materialien herstellen, wie den Stampfasphalt, ein Unterschied in der Haltbarkeit und Festigkeit zwischen Stampfasphalt und Platten liegt dann nicht vor; gewöhnlich werden aber die Platten aus anderen wohlfeileren Materialien, ähnlich dem Gufsasphalt, nämlich aus einer Mischung von Bitumen, gemahlenem Kalk und Sand hergestellt. Die Mischung wird zusammengeschmolzen und die gewonnenen Platten werden sodann einem starken hydraulischen Druck unterworfen, der etwa 100 t f. d. Platte beträgt. Diese künstliche Zusammenpressung übt eine gewichtige Wirkung auf die Festigkeit und Haltbarkeit der Platten aus, und wenn auch jedenfalls die Materialmischung, aus der die Platten bestehen, bezüglich der Haltbarkeit hinter dem reinen Asphaltmaterial (bituminöser Kalkstein) zurücksteht, so wird doch kein zu grofses Wagnis bei Verwendung der Platten eingegangen, sie werden wirtschaftlich dem Stampfasphalt wenig zurückstehen. Die Platten erhalten Abmessungen von 20 bis 40 cm, meist in Quadratform von 4 bis 5 cm und mehr Dicke. Man verlegt die Platten auf eine Betonschicht von 12 bis 15 cm, als Zwischenschicht zwischen dieser und den Platten dient eine Mörtelschicht von 6 bis 8 cm, in welcher die Platten möglichst eben verlegt werden[70]), wobei die Fugen der Platten möglichst dicht gehalten werden. Die Platten liegen nicht im Verband, die Fugen werden wohl am besten mit feingepulvertem Asphalt ausgefüllt, so dafs bald eine feste Verbindung zwischen den einzelnen Platten sich bildet.

Die Kosten der Platten von 5 cm Dicke einschl. Betonunterlage mag etwa 10 M. 50 Pf. für das Quadratmeter betragen.

Die mit Asphaltplatten gemachten Erfahrungen lauten verschieden, besonders häufige Anwendung scheint von ihnen nicht gemacht zu werden. Es werden wohl auch die Platten einfach auf den sorgfältig abgeglichenen Zementstrich aufgelegt, mit

[70]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 148.

dem der Beton überzogen wird. Selbstverständlich mufs der Zementstrich ganz genau dem künftigen Strafsenprofil entsprechend abgeglichen sein.

Eine besondere Art von Asphaltplatten bieten die in neuerer Zeit angewandten Löhr's Patent - Stampfasphalt - Zementplatten, die aus einer oberen Schicht stark zusammengeprefsten Asphaltpulvers und einer unteren Schicht von Zementbeton bestehen, welche unter hohem Druck zu einem einheitlichen, untrennbaren Körper vereinigt werden. Die Platten sind 250 mm lang und breit, für Fahrstrafsen erhalten die Platten eine Stärke von 6 cm, wovon $2^1/_2$ bis 3 cm aus Asphalt bestehen. Als Unterlage dient eine 15 cm starke Betonschicht; diese wird mit einem $2^1/_2$ cm starken Mörtelbett überdeckt, in welches die Platten verlegt und eingerammt werden; die Fugen werden mit heifsem Asphalt oder Zementmilch gedichtet.

Die Kosten betragen ab Fabrik bei $2^1/_2$ cm starker Asphaltschicht 5,6 M. f. d. qm; bei 3 cm starker Schicht 6,5 M., und fertig verlegt mit $2^1/_2$ cm starkem Mörtelbett 7,10 M. bezw. 8 M. f. d. qm. In Frankfurt sind solche Platten auf der Weserstrafse seit 8 Jahren verlegt und haben sich gut gehalten, es zeigt sich, dafs durch das Befahren die Fugen sich vollständig schliefsen. Besser als Stampfasphalt scheinen die Platten nicht zu sein, man verwendet sie aber mit Vorteil zum Anschlufs an die Trambahnschienen, der bekanntlich bei Asphaltbelag bisher sich als eine schwache Stelle erwiesen hat.

g) Künstlicher Stampfasphalt. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, den natürlichen Asphaltstein, der nur an wenigen Orten zu finden ist, durch künstlichen Asphalt zu ersetzen. Unter diesen ist zu nennen ein dem Prof. Dietrich in Berlin patentiertes Verfahren[71]), bei welchem der künstliche Asphalt aus einem innigen Gemenge von Kalksteinpulver mit gepulvertem reinem Bitumen besteht, der in drehbaren Kesseln erhitzt wird. Die in Berlin gemachten Versuche sind indessen nicht besonders günstig ausgefallen.[72])

Ferner stellt die deutsche Asphalt-Aktiengesellschaft der Limmer und Vorwohler Grubenfelder[73]) Stampfasphalt in der Art her, dafs trockener pulverförmiger Kalkstein durch Zusatz von Kalkmilch unter Erhitzen in dünnflüssigen Schlamm verwandelt wird, der auf 50° erwärmt und mit geschmolzenem Bitumen versetzt wird. Erfahrungen über die Brauchbarkeit dieser Mischung liegen noch nicht vor. Es wird wohl schwerlich zu erwarten sein, dafs die Versuche, künstlichen Asphaltstein herzustellen, zu vollständig befriedigenden Ergebnissen führen werden, da eine so innige Mengung des Bitumens mit dem Kalk, wie sie im natürlichen Asphaltstein vorhanden ist, durch künstliche Mischung nicht zu erreichen ist.

2. Gufsasphalt. Dieser wird in Europa vorzugsweise zur Befestigung der Fufswege verwendet, über seine Anfertigung, Ausführung und Verwendung ist das nötige in § 9 unter f. nachzusehen.

Zum Bau der Strafsenfahrbahnen wird aber Gufsasphalt anderer Herstellungsart schon seit längerer Zeit in Amerika angewendet, und in den letzten Jahren ist auch in Deutschland und Ungarn solcher wenigstens probeweise zur Verwendung gekommen.

a) Gufsasphaltstrafsen in Amerika. Da es in Amerika an natürlichen Asphaltsteinen fehlt, so werden die Strafsen mit Gufsasphalt belegt. Es wird hierzu der

---

[71]) Siehe v. Willmann, Strafsenbau. Fortschr. d. Ing.-Wissensch. II. 4, S. 89.

[72]) Deutsche Bauz. 1884, S. 432.

[73]) Löwe, Strafsenbau. S. 351.

sogenannte Trinidad-Asphalt benutzt, ein aus dem Trinidad-See gewonnenes Bitumen, das noch mit Rückständen der Petroleumraffinerien zusammengeschmolzen wird und den Namen Asphaltzement erhalten hat. Nach mir auf der Chicagoer Ausstellung (1893) gemachten Mitteilungen besteht der Asphalt der Berber-Asphalt-Compagnie aus 14% Asphaltzement, 10% fein verteiltem Kalk *(limestone dust)* und 76% Sand. Die Dicke der Asphaltschicht beträgt 62 **mm** (2½″), die Stärke der darunter liegenden Betonschicht 15 bis 20 **cm**. Eine im Jahre 1882 gelegte Strecke hat bis 1893 gehalten.

Nach dem Verfahren von de Smet[74]) besteht der Asphalt aus einer Mischung von 10 bis 15% Asphaltzement, 5 bis 15% gemahlenem Kalkstein und 70 bis 85% Sand. Die Asphaltstrafse wird in der Art hergestellt, dafs zunächst der Untergrund abgewalzt und der Beton in einer Stärke von 15 **cm** aufgebracht wird. Zum Austrocknen bedarf es einer Zeit von 5 bis 7 Tagen. Auf den Beton kommt eine Ausgleichungsschicht von 25 **mm** Stärke, welche aus 150 l Asphaltzement auf 1 **cbm** grobem Kies besteht. Diese werden auf 150° erhitzt und auf den Beton aufgebracht, der Zweck dieser Schicht ist, eine feste Verbindung zwischen Beton und darauf liegendem Asphalt vermöge ihrer Rauhigkeit herzustellen, so dafs ein Verschieben des Asphalts ausgeschlossen ist. Die Asphaltmasse wird dann in Kesseln geschmolzen und in einer Stärke von 40% höher als die beabsichtigte Dicke (meist 5 **cm**) aufgetragen, abgewalzt und längs der Randsteine festgestampft. Die Walzen haben zunächst ein Gewicht von nur 200 bis 500 **kg**, die letzten Walzengänge werden mit Dampfwalzen von 2,5 bis 5 **t** Gewicht (gröfstes Gewicht 10 **t**) ausgeführt.

Als Mängel werden bezeichnet, dafs der Asphalt die Eindrücke von Rädern annimmt, dafs sich infolge von Temperaturwechseln auch Risse im Asphalt zeigen, und dafs er schweren Verkehr nicht aushält.

Dafs die Anwendung des Asphalts in Amerika in stetem Wachsen begriffen ist, zeigt die Angabe von Löwe[75]), dafs im Jahre 1893 in 35 Städten schon 5½ Millionen **qm** Asphaltpflaster ausgeführt waren. In Chicago waren nach dem Jahresbericht des Departements der öffentlichen Bauten von 1892 von 878,7 Meilen Strafsen allerdings nur 15,9 Meilen mit Asphalt belegt, gegen 554,7 Meilen aus Holz, das Verhältnis wird sich aber seither wohl geändert haben. In Saltlake City war man im Jahre 1893 eben damit beschäftigt, die Hauptstrafsen aufzubrechen und mit Asphalt zu belegen.

Überhaupt erscheint es von Interesse, in Amerika zu beobachten, wie nach und nach das anfangs ausgeführte sehr mangelhafte Steinpflaster durch Holzpflaster, in anderen Städten durch Backsteinpflaster ersetzt wurde, wie man aber schliefslich zum Asphalt überging, der bei der ebenen Lage der meisten amerikanischen Städte (abgesehen von Takoma, San Franzisko) als das zweckmäfsigste zu bezeichnen ist. Nur in Strafsen mit sehr starkem, schweren Verkehr greift man aber auch in Amerika zum besten Granitpflaster, wie solches in den Hafenstrafsen von New-York jetzt schon zu sehen ist.

Als Preis für den amerikanischen Asphalt können etwa 12 bis 20 M. f. d. **qm** angenommen worden, als Dauer etwa 15 Jahre.

b) Gufsasphalt für Strafsenfahrbahnen in Deutschland. In Ungarn werden schon seit mehreren Jahren Asphaltstrafsen aus Gufsasphalt hergestellt und auf die guten, durch Zeugnisse der Behörden beglaubigten Erfahrungen hin hat man sich in Stuttgart entschlossen, auch hier einzelne Strafsen mit Gufsasphalt zu versehen; die erste der Strafsen wurde 1902 angelegt und seither sind im ganzen etwa 5 bis 6 **km** Strafsen in verschiedenen Teilen der Stadt mit Asphalt belegt worden.

Das Bitumen des Asphalts stammt aus Derna in der Gegend von Metzötelegd im Komitat Biher, es findet sich dort mit Sand gemischt und wird durch Destillation aus

---

[74]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 177, 209.

[75]) Löwe, Strafsenbau. S. 353.

der Mischung rein dargestellt. Man mischt sodann 15% Bitumen mit 85% chemisch reinem Kalkmehl in Rührwerken und prefst es nach vorheriger Erwärmung in Brode, die zum Versand kommen. Die Betonunterlage wird nun in gewöhnlicher Weise (s. S. 274) in Stärke von etwa 20 cm auf den festen Untergrund aufgebracht (18 cm Beton, 2 cm Glattstrich) und nach ihrer Erhärtung wird der Asphalt in zwei gesonderten Schichten von 25 **mm** Stärke aufgetragen; der Asphalt wird durch Einschmelzen der oben beschriebenen Brode unter Zusatz von 1% Bitumen und 40% erbsengrofser Kiesel hergestellt. Anfangs hat man in die oberste Asphaltschicht, so lange diese sich noch in weichem Zustande befand, Porphyrgrus eingedrückt, um die Oberfläche der Strafse rauh zu erhalten, dies mufs aber in neuerer Zeit unterbleiben, weil der zur Strafsenoberfläche heraufragende Porphyrgrus sehr rasch durch die Räder der Fuhrwerke zerdrückt wird und unliebsame Löcher sich in der Oberfläche bilden.

c) Künstlicher Gufsasphalt. Wie in früheren Jahren schon vielfach Versuche gemacht worden sind, bei dem zu Gehwegen verwendeten Gufsasphalt (s. § 9 unter 1. f.) künstliche Materialien statt des in der Natur vorkommenden Asphaltsteins bezw. der natürlichen Sorten von Bitumen zu verwenden, geschieht dies in neuerer Zeit auch beim Asphalt für die Strafsenfahrbahnen. Diese Versuche sind bekanntlich alle nicht vorteilhaft ausgefallen und ebenso dürfte es mit künstlichen Materialien zur Herstellung von Fahrbahnen geschehen, weshalb wir wohl kurz über diesen Gegenstand weggehen können.

Dörrit ist der Name eines Asphalts, welcher durch Zusammenschmelzen von Hartgesteingrus mit gewöhnlichem Steinkohlenteer gewonnen wird.[76]) Er zeigt eine rauhere Oberfläche, auch rauheren Bruch, als anderer Asphalt, die Härte ist ziemlich grofs. Er wird in geschmolzenem Zustande auf die Betonunterlage aufgebracht, aber auch in Platten gegossen und in dieser Form zu Fahrbahn- oder Gehwegbelag verwendet. Grofse Haltbarkeit scheint der Dörritasphalt nicht zu haben, denn es werden aus dem Teer die flüssigen Öle sich leicht verflüchtigen und die zurückbleibende Masse bröckelt dann zusammen.

In Stuttgart ist etwa vor Jahresfrist eine Probestrecke auf dem Leonhardsplatz verlegt worden und eben ist man mit dem Herausbrechen des Asphalts beschäftigt. Die Oberfläche ist an verschiedenen Stellen bröckelig geworden, es haben sich Risse u. s. w. gebildet. Die Unternehmung läfst aber die Wiederherstellung aus demselben Material ausführen, da sie glaubt, es sei bei der ersten Herstellung das Material nicht richtig behandelt worden.

3. Vergleichung zwischen Stampfasphalt und Gufsasphalt. Die in Amerika übliche Darstellung des Gufsasphaltes wird wohl in Deutschland keine wesentliche Anwendung finden. Eine in Berlin vor mehreren Jahren von der Berber-Asphalt-Comp. ausgeführte Strecke mufste wenigstens nach Jahresfrist wieder ausgebrochen werden, wahrscheinlich weil der weiche Gufsasphalt dem starken und schweren Verkehr nicht gewachsen war.

Dagegen könnte die Anwendung des Derna-Asphalts in Betracht kommen: Es ist keine Frage, dafs dieser Asphalt vermöge seiner gröfseren Weichheit und dem rauhen Sandmaterial, das er enthält, weniger hart und glatt ist, als Stampfasphalt, dafs somit die Zugtiere weniger leicht ausgleiten. In dem Zeugnis der Stadt Tees in Ungarn wird vom Jahre 1904 bestätigt, dafs einzelne Strafsen 5% Steigung haben, ohne dafs sich Nachteile für die Pferde gezeigt hätten. Derartige Steigungen scheinen aber übertrieben, bei feuchtem Wetter können die Zugtiere unmöglich auf solchen

---

[76]) C. Schmid, Techn. Studienhefte: Asphalt u. s. w. Stuttgart. S. 82.

Steigungen sicher gehen. Auch das Quergefäll darf nicht zu grofs sein, eine Wölbung der Strafse von $^1/_{100}$, somit ein mittleres Quergefäll von 2 % und bei parabolischer Form am Strafsenrand von 4 % dürfte als gröfste Querneigung bezeichnet werden. In Stuttgart sind in der Efslingerstrafse durch besondere Umstände an einzelnen Stellen Gefälle am Strafsenrand von etwa 6 % vorhanden, es sind aber hier mehrfach Rutschungen von Wagen und Stürze von Pferden vorgekommen. Was die Erfahrungen mit der Haltbarkeit des Derna-Asphalts in den Stuttgarter Strafsen anbelangt, so ist wegen Kürze der Herstellung noch kein durchschlagendes Urteil möglich. Im ersten Jahre waren die Erfahrungen nicht gerade ermutigend; die Oberfläche der Strafsen zeigten mehrfach Eindrücke der Räder der Stollen und Griffe der Pferde, namentlich da, wo schweres Fuhrwerk öfters still auf der Strafse hielt. An einzelnen Stellen kamen auch Schiebungen des Asphaltes vor, namentlich neben den Schienen der Trambahngleise. Jetzt nach etwa zwei Jahren sind in der Mitte der Strafse diese Eindrücke mehr oder weniger verschwunden, der Asphalt scheint sich verdichtet zu haben. Ob der Asphaltbelag eine längere Dauer verspricht, wird die Erfahrung lehren, mir scheint die geringere Härte des Gufsasphalts eine so lange Dauer wie der Stampfasphalt nicht zu versprechen, namentlich sollte man Gufsasphalt nicht in Strafsen verwenden, welche starken schweren Verkehr aufzunehmen haben.

Die Kosten des Stuttgarter Asphaltes betragen 10 M. 50 Pf. für das Quadratmeter. Gewährleistung 5 Jahre, in den folgenden 10 Jahren werden 40 Pf. für das Quadratmeter Unterhaltung bezahlt. In Dresden sind nach dem Verwaltungsbericht von 1895[77]) ebenfalls Versuche mit Verwendung von Gufsasphalt zu Fahrstrafsen gemacht worden. Von drei Experten wurde von dem einen die Verwendung als zweckmäfsig bezeichnet, von den beiden anderen nicht. Letztere werden wohl Recht behalten, da nach Abnutzung bis auf etwa 30 **mm** das Bitumen sich leicht verflüchtigt und die Masse bröckelig wird.

4. Anwendung von Asphaltbahnen. Wenn es sich wie bei einer Stadt darum handelt, Asphaltbelag auf den Fahrbahnen einzuführen, so darf nicht aufser acht gelassen werden, dafs die Pferde sich erst an den Asphalt gewöhnen müssen, um mit Sicherheit auf ihm zu gehen, und dafs der Hufbeschlag dem glatten Belag angepafst sein mufs, dafs also glatte Hufe ohne Griffe und Stollen anzuwenden sind; bei Glatteis werden allerdings Steckstollen anzuwenden sein, die man aber nach Eintritt besserer Witterung entfernt.

Die Erfahrung zeigt nun, dafs die meisten Pferde nach und nach lernen, sich gefahrlos auf dem Asphalt zu bewegen, auch bei gröfserer Geschwindigkeit, aber gefährlich bleibt immer der Übergang von einer Strafsenbefestigungsart zur anderen. Da wo das Pferd vom rauhen Schotter zum glatten Asphalt übergeht, ist immer Gefahr des Sturzes vorhanden. Es sollten deshalb Asphaltstrafsen möglichst lange Strafsenzüge bilden, die nicht durch andere Befestigungsarten unterbrochen sind.

Bekanntlich ist nun aber der Asphalt bei Steigungen über 2 % nicht mehr anwendbar, weil die Pferde nicht mehr genügenden Halt finden, wenn deshalb in einem längeren Strafsenzug einzelne Steigungen vorkommen, so unterbleibt die Anwendung des Asphalts besser ganz.

In einer Stadt, welche infolge mehrfach vorkommender gröfseren Steigungen einzelner Strafsen, oder auch aus Gründen der Sparsamkeit noch viele chaussierte Strafsen enthält, ist die Anwendung von Asphalt überhaupt unzweckmäfsig, weil der Hufbeschlag nicht so eingerichtet werden kann, dafs er für Chaussierung und Asphalt pafst.

---

[77]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904. S. 34.

Als zweckmäfsigste Anordnung für Asphaltstrafsen dürfte der aus dem natürlichen Asphaltstein ohne jegliche sonstige Beimischungen hergestellte Stampfasphalt sich empfehlen; ob der in neuerer Zeit eingeführte Gufsasphalt einen Ersatz dafür bilden kann, wird erst zu entscheiden sein, wenn längere Erfahrungen vorliegen. Man wird zum voraus sagen können, dafs der verhältnismäfsig weiche Gufsasphalt für starken schweren Verkehr nicht pafst, künstliche Mischungen dürften im voraus zu verwerfen sein. Die Asphaltarbeiten werden in der Regel an Unternehmerfirmen übergeben. Es erscheint angezeigt, durch strenge Beaufsichtigung während der Garantiezeit, durch Festsetzung der gröfsten Abnützung nach Ablauf der Garantiezeit und durch entsprechende Kautionsbedingungen sich dem Unternehmer gegenüber sicherzustellen.

Über die notwendige sorgfältige Reinhaltung der Asphaltstrafsen s. § 14.

Der Asphalt ist vermöge der Verminderung des Verkehrsgeräusches, der geringen Bewegungswiderstände und der Leichtigkeit der Reinigung, in vielen Grofsstädten sehr beliebt und gewinnt in Berlin und London immer gröfsere Ausdehnung. In Berlin sind von 6145704 qm Strafsenfläche (1904) schon 2117793 qm mit Asphalt belegt worden.[78])

Beispiele von Asphaltstrafsen zeigen die Abb. 5, 6 u. 27, Taf. X.

§ 7. Verstärkung der Strafsenunterbettung für Strafsenbahngleise. In neuerer Zeit machen die Trambahnen einen wesentlichen Bestandteil unserer städtischen Strafsen aus und es ist von der gröfsten Wichtigkeit, dafs die Trambahnschienen kein Hindernis für die Bewegung des gewöhnlichen Fuhrverkehrs abgeben. Es erfordert dies, dafs die Schienenköpfe genau in der Höhe der Strafsenoberfläche verlegt sind und in dieser Lage unveränderlich verbleiben, so dafs nicht im Laufe der Zeit ein Senken der Schienen gegenüber dem Pflaster oder umgekehrt eintritt. In zweiter Linie wird verlangt, dafs das Strafsenpflaster sich seitlich so vollkommen an die Schienen anlegt, dafs seitliche Bewegungen der Pflastersteine oder der sonstigen Strafsenbefestigung ausgeschlossen sind. Da die Schienen sich sehr wenig abnutzen, wohl aber die Strafsenfahrbahn einer jährlichen Abnutzung unterworfen ist, so bilden sich bald neben den Schienen unregelmäfsige Vertiefungen aus, die für das Aussehen und die Haltbarkeit der Strafse sehr störend sind, so dafs ein Trambahngleis an sich keine wünschenswerte Zugabe für eine städtische Strafse bildet. Diesen von mir ausgesprochenen Tadel gegen die Strafsenbahnen mufs ich entschieden festhalten. Dafs die Strafsenbahn die Vermittelung des städtischen Verkehrs am besten erfüllt, ist nicht richtig. Die Strafsenbahn gehört im allgemeinen nicht in die erste Linie, sondern der gewöhnliche Strafsenverkehr (Fufsgänger und Fuhrwerke), für den die Strafse geschaffen ist. Nicht, wie Herr Schimpff sich ausdrückt, der Pflastertechniker ist derjenige, der sich für die Sache am meisten interessiert, sondern das Publikum, das die Strafse in erster Linie für den Verkehr frei haben will; die Strafsenbahn ist ja, wie allseitig anerkannt, ein sehr wichtiges Verkehrsmittel, aber nicht überall das zuerst in Frage kommende. Je nach dem örtlichen Bedürfnis wird daher die Strafsenbahn, oder die Fahrstrafse selbst mehr in den Vordergrund treten.

Durch Einführung der Elektrizität als bewegende Kraft ist die Sache noch schlimmer geworden, weil die Motorwagen das 4- bis 5fache Gewicht der früheren Pferdebahnwagen haben.[79]) Während früher die oben verlangten Bedingungen leidlich

[78]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 204.

[79]) Ein Pferdebahnwagen der Berliner Pferdebahn für 24 Personen wiegt leer 1350 kg, besetzt 3000 kg. Für einen Motorwagen von ähnlicher Gröfse gelten die Zahlen 7000 bezw. 9000 kg (s. Kap. I, S. 19, Tab. IV).

eingehalten wurden, beobachtet man jetzt vielfach starke Senkungen der Schienen. Die aufserhalb an die Fahrschienen anschliefsenden Pflastersteine werden von den Radbandagen abgenutzt, mehrere Pflasterreihen neben den Schienen erscheinen losgerüttelt, geraten in Unordnung und das ganze Jahr hindurch sind Arbeiter beschäftigt, neben den Schienen die Pflastersteine herauszuheben, die Schienen zu heben und aufs neue zu unterstopfen. Dafs das öftere Herausnehmen und Wiedereinsetzen der Pflastersteine diesen und dem Verkehr auf der Strafse nicht zuträglich ist, dürfte einleuchten.

Was nun die Anordnungen betrifft, welche für die verschiedenen Fahrbahnbefestigungen zweckmäfsig erscheinen, so hängen diese selbstverständlich auch von der Wahl des Schienenprofils ab und namentlich von der Höhe der Schienen, die je nach der Radbelastung sehr verschieden ausfallen wird. Mit Rücksicht darauf, dafs in neuerer Zeit meist nur eiserne Systeme, und namentlich die beiden Systeme Phönix-Schiene und Haarmann-Schiene in Betracht kommen (vergl. Kap. III), werden wir es mit Schienenhöhen von 12 bis 16 **cm** zu tun haben und kann folgendes über die zweckmäfsigste Anordnung der Anschlüsse von Schienengleisen an die Fahrbahnbefestigungen in Vorschlag gebracht werden.

1. **Steinschlagstrafsen.** Bei gewöhnlicher Chaussierung von etwa 0,30 **m** Dicke kann es für Pferdebahnen genügen, wenn einfach eine Rinne in Schienenhöhe ausgehoben wird und das Schienengestänge auf den noch verbleibenden Grundbau aufgelegt und gut unterstopft wird. Bei elektrisch betriebenen Bahnen, welche Schienen von wenigstens 16 bis 18 **cm** Höhe erfordern, genügt dies nicht mehr, namentlich wenn der Grundbau einfach aus Kiesschüttung besteht. Es wird in diesem Fall die Einbringung eines festen Grundbaues von 2,0 bis 2,5 **m** Breite (je nach der Spurweite) anzubringen sein, die vor dem Verlegen des Gleises mit der Dampfwalze zu dichten ist (s. Abb. 20, Taf. XI). Der seitliche Anschlufs des Schotters an die Schienen vollzieht sich ohne besondere Vorkehrungen. Die Erfahrung zeigt aber, dafs nach kurzer Zeit sich bald tiefe Rinnen neben den Schienen bilden, welche das Überfahren der Gleise durch das gewöhnliche Fuhrwerk und die Entwässerung der Strafsenoberfläche erschweren und beständiger Ausbesserung bedürfen. In Strafsen mit starkem Verkehr empfiehlt es sich deshalb, den Raum zwischen den Schienen und einen Streifen von etwa 0,5 **m** Breite (3 Pflasterreihen) zu pflastern, weil sonst ein geordneter Zustand der Strafse nicht zu erreichen ist.

2. Bei **gepflasterten Strafsen** ist der Grundbau in gleicher Weise zu behandeln, die Schienen müssen auf abgewalzter Packlage aufliegen, wenn nicht unangenehme Setzungen vorkommen sollen, die bei Pflaster viel schwerer zu beseitigen sind, als bei Schotter. Eine weitere Rücksicht erfordert aber hier der seitliche Anschlufs des Pflasters an die Schienen. Es scheint nicht zweckmäfsig, wenn die Steine eine besondere Bearbeitung erfahren müssen, um sich vollständig an das Schienenprofil anzuschliefsen, es müssen deshalb entweder die Schienen so hoch sein, dafs die Pflastersteine den Schienenfufs nicht berühren, oder der Schienenfufs darf nicht breiter sein als der Kopf, das erstere dürfte das zweckmäfsigere sein. Die Ausfüllung des Schienenhalses wurde früher durch besonders geformte Backsteine hergestellt, jetzt begnügt man sich einfach mit Ausfüllung durch Sand, Beton oder Kies. Ist die Fundierung des Gleises in oben beschriebener Weise durch festen Grundbau bewirkt (s. Abb. 21, Taf. XI), so finden ungleichmäfsige Setzungen und Drehungen der Pflastersteine nicht statt. Wenn derartiger Grundbau fehlt, so kann es allerdings vorkommen, dafs die an den Schienen sich an-

lehnenden Pflastersteine sich drehen, indem die Ausfüllung des Schienenhalses nachgibt und dafs das Pflaster in Unordnung gerät. Näheres über den Anschlufs an die Schienen bei verschiedenen Oberbausystemen s. Kap. III.

3. Bei **Holzpflaster** und **Asphaltbelag**, die stets mit Betongrundbau versehen sind, mufs der Betonunterbau besondere Formen erhalten, da Holzklötze und Asphalt stets geringere Höhe haben, als die Schienen (8 bezw. rund 16 cm), der Beton mufs deshalb mit Einschnitten für die Schienen versehen sein, und eine Verstärkung des Betons unter den Schienen ist nicht zu umgehen (s. Abb. 22 u. 23, Taf. XI). Nachdem die Schienen gelegt sind, wird der Schienenhals mit Sand oder Beton gefüllt. Die Anpflasterung geschieht bei Holzbelag in der Art, dafs zunächst längs den Schienen innen eine Reihe, aufsen zwei Reihen Holzklötze in Längsschichten verlegt werden, an welche sich die Querreihen in gewöhnlicher Weise anschliefsen. (In München sind zwischen den Schienen Reihen senkrecht zur Strafse, aufserhalb solche in schräger Richtung angebracht.) Bei Asphaltstrafsen hat sich der unmittelbare Anschlufs des Asphaltbelages an die Schienen nicht bewährt, da der Asphalt neben der Schienenkante sich rasch abnutzt. Im Kap. III werden die für die verschiedenen Oberbausysteme der Strafsenbahnen angewendeten Einzelanordnungen des Schienenanschlusses an die Strafsenbefestigung näher beschrieben und die besonderen Anordnungen bei Asphaltstrafsen besprochen.

§ 8. Vergleichung der Pflasterarten.

1. **Zweckmäfsigkeit und Kosten.** Bei städtischen Strafsen hängt die Wahl der Strafsenbefestigungsart vom Kostenpunkt (Herstellungs- und Unterhaltungskosten) ab, aber nicht ausschliefslich, da hier wesentlich noch die Sicherheit und Bequemlichkeit für den Verkehr, und die Leichtigkeit der Reinigung und Ausbesserung in Betracht kommt. Bei lebhaftem Verkehr kann es angezeigt sein, dem bezüglich Herstellung und Unterhaltung teureren Material den Vorzug zu geben, um den Verkehr durch Ausbesserungen und Strafsenreinigungen möglichst wenig zu belästigen und das Verkehrsgeräusch zu verringern.

Es sollen im Nachstehenden die wichtigsten Pflasterungsarten bezüglich der genannten Verhältnisse verglichen werden.

Kosten der Herstellung und Unterhaltung. Bei Vergleichung der Kosten müssen die Unterhaltungskosten mit in Rechnung gezogen werden, die selbstverständlich mit der Gröfse des Verkehrs wachsen.

Für die Strafsen von Wien gelten die Werte der nachstehenden Tabellen:

Tabelle I.

Herstellungs- und Unterhaltungskosten der Wiener Schotterstrafsen.

Verkehrsverhältnisse der Strafsen	Anlagekosten f. d. qm M.	Höhe der jährl. Abnutzung cm	Unterhaltungskosten f. d. Jahr reine Unterhalt. M.	Unterhaltungskosten f. d. Jahr Gesamt M.
Starker Verkehr, schweres Fuhrwerk . . .	7,80	15	2,10	2,49
Gewöhnlicher Verkehr „ „ . . .	7,80	11	1,46	1,85
Geringer „ „ „ . . .	7,80	7	0,82	1,21
Wenig befahrene Nebenstrafsen	ohne Grundbau 3,50	4	0,38	0,55

Die Zahlen der letzten Spalte, Gesamtkosten für das Jahr, wurden erhalten, indem zu den jährlichen Unterhaltungskosten die Zinsen des Anlagekapitals zugezählt wurden. Letztere beziehen sich auf Strafsen mit Grundbau und Gebirgsschlägelschotter.

Tabelle II.

Herstellungs- und Unterhaltungskosten der Wiener Pflasterstrafsen.

Art der Strafsen	Dauer in Jahren	Durchschnittl. Anlagekosten M. f. d. qm	Mittlere jährl. Unterhaltung M.	Jährliche Gesamtkosten ausschl. Zins. M.	Jährliche Gesamtkosten einschl. Zins M.	Bemerkungen
Unter 8 m breit, starker Verkehr	18	Pflaster 13,6 Bettung 2,7 16,3	0,26	1,17	1,98	Zweimalige Umpflasterung je nach 6 Jahren
Über 8 m breit, starker Verkehr	32	desgl.	0,18	0,69	1,54	Desgl. nach 12 bezw. 10 Jahren
Geringer Verkehr und breit . .	56	desgl.	0,16	0,46	1,27	Dreimalige Umpflasterung

Die Zahlen der 4. Spalte wurden erhalten, indem zu den jährlichen mittleren Unterhaltungskosten die für das Jahr treffende Zahl der Kosten der ersten Anlage zugezählt wurden. In Spalte 5 sind die jährlichen Zinsen der Anlagekosten noch zugeschlagen — die Berechnung ist insofern nicht richtig, als die jährlichen Unterhaltungskosten nicht gleichwertig sind; für Strafsen mit starkem Verkehr kostet beispielsweise in den ersten 6 Jahren die Unterhaltung für das Jahr nur 0,042 M., in der Zeit von 6 bis 12 Jahren durchschnittlich (infolge der nach 6 Jahren nötigen Umpflasterung) 0,31 M., in der Zeit von 12 bis 18 Jahren 0,43 M., im Mittel 0,26 M. Der Wert des nach 18 Jahren herauszubrechenden Pflasters ist auch nicht = 0, insofern die Steine noch zu Schlägelschotter Verwendung finden. Ferner sollte streng genommen Zins auf Zins berechnet werden: zieht man aber in Betracht, dafs es bei der Strafsenunterhaltung einer Stadt sich stets um ein gröfseres Strafsengebiet handelt, so verteilen sich die Kosten für Unterhaltung und Umpflasterung im ganzen gleichmäfsig, die hier angewendete Rechnungsart wird deshalb zwar nicht im einzelnen, aber annähernd im ganzen betrachtet, richtig sein.

Eine genaue Berechnung der jährlich für eine Strafse im Mittel aufzuwendenden Unterhaltungskosten erhält man nach Dietrich[80]), indem man dasjenige Anlagekapital berechnet, welches a) zur Herstellung des ersten Neubaues, b) zur Ausführung gröfserer Ausbesserungen in gewissen Zeitabschnitten und c) zur Beschaffung der Kosten für die laufenden Ausbesserungen erforderlich ist. Man wird letztere der Einfachheit halber als gleichbleibende annehmen, was allerdings mit der Wirklichkeit nicht vollständig übereinstimmt. Wir geben im folgenden die von Dietrich aufgestellten Formeln im Auszug.

Es bezeichnen:

N die Neukosten für das Quadratmeter der Strafse;
R_1, R_2 . . . die Kosten der einzelnen auf einanderfolgenden gröfseren Ausbesserungen,
R_n die Kosten der einem Neubaue nahe- oder gleichkommenden Hauptausbesserung,
t_1 t_2 . . . die Zeitabstände in Jahren vom Neubau bis zu den mittleren Ausbesserungen,
t_n den Zeitabschnitt vom Neubau bis zur Hauptausbesserung R_n,
z die Jahreszinsen f. d. Geldeinheit (bei 4% Zinsfufs = 0,04),
U die laufenden jährlichen Unterhaltungskosten,
B die wirkliche Jahresausgabe.

Nennt man ferner K_n das Kapital, welches nötig ist, um die Neubaukosten N und die späteren Hauptausbesserungen R_n aufzubringen, ferner K_1 K_2 . . . diejenigen

[80]) Siehe Dietrich, Die Baumaterialien der Steinstrafsen. Berlin 1885. S. 41, und v. Willmann, Strafsenbau. Fortschrittsheft II. 4, S. 100.

Kapitalsummen, welche nach t_1, t_2 ... Jahren die Beträge R_1, R_2 anzusammeln gestatten und K_u das zur Bestreitung der jährlichen Unterhaltungskosten erforderliche Kapital, so ergeben sich für das zur Bestreitung aller Neubau-, Ausbesserungs- und Unterhaltungskosten erforderliche Anleihekapital:

$$\mathfrak{A} = K_n + K_1 + K_2 + \ldots + K_u$$

und der aus laufenden Einnahmen zu deckende Jahresbetrag, also die wirkliche Jahresausgabe für 1 qm Pflaster

$$B = z \, . \, \mathfrak{A}.$$

Die einzelnen Kosten sind aus folgenden Formeln zu berechnen:

$$K_n = \frac{R_n}{(1+z)^{t_n} - 1} + N$$

wo in der Regel $R_n = N$ zu setzen ist,

$$K_1 = \frac{R_1 (1+z)^{t_n - t_1}}{(1+z)^{t_n} - 1}$$

$$K_2 = \frac{R_2 (1+z)^{t_n - t_2}}{(1+z)^{t_n} - 1}$$

$$K_u = \frac{U}{z}$$

Dietrich nimmt als Beispiel ein Pflaster, dessen Neubau 23,3 M. f. d. qm kostet, die erste gröfsere Ausbesserung nach 16 Jahren 3 M., eine zweite nach weiteren 14 Jahren 5,12 M. erfordert, ein vollständiger Neubau nach 10 Jahren nötig ist, so dafs das Pflaster im ganzen 40 Jahre liegt.

Bei 4% Verzinsung findet man:

$$K_n = \frac{23{,}3}{1{,}04^{40} - 1} + 23{,}3 \quad \ldots \quad 29{,}4 \text{ M.}$$

$$K_1 = \frac{3 \, . \, 1{,}04^{(40-16)}}{1{,}04^{40} - 1} \quad \ldots \quad 2{,}0 \text{ „}$$

$$K_2 = \frac{5{,}12 \, . \, 1{,}04^{(40-30)}}{1{,}04^{40} - 1} \quad \ldots \quad 2{,}0 \text{ „}$$

$$K_u = \frac{0{,}06}{0{,}04} \quad \ldots \quad 1{,}5 \text{ „}$$

$$34{,}9 \text{ M.}$$

somit der aus laufenden Einnahmen zu deckende Jahresbeitrag B bei 4%igem Zinsaufwand: $B = 34{,}9 \, . \, 0{,}04 = 1{,}40$ M.

Für die Aufstellung derartiger Rechnungen besteht die Schwierigkeit darin, dafs die Werte von R_1, R_2, t_1, t_2, t_n und U nur unvollkommen bekannt sind, und diese Werte für verschiedene Strafsen und Pflasterarten ganz wesentlich verschieden sein werden (die in obigem Beispiel gefundenen Zahlen weichen indessen nicht wesentlich von den Angaben der Tabelle II ab). Im weiteren wird in Betracht zu ziehen sein, dafs eine vorsichtige Stadtverwaltung die Kosten der Herstellung gepflasterter Strafsen nicht durch Anlehen aufbringen, sondern aus laufenden Mitteln bestreiten wird, so dafs eine Berechnung von Zins aus Zinsen unterbleiben kann.

Obige Tabellen I und II zeigen, dafs in Wien, wenn man von Strafsen mit geringem Verkehr absieht, Pflasterstrafsen wohlfeiler sind als Schotterstrafsen.

Über die Kosten der Londoner Strafsen entnehmen wir der Deutschen Bauzeitung von 1877 folgende Angaben:

Tabelle III. **Anlage- und Unterhaltungskosten der Londoner Strafsen.**

Art der Strafsen	Dauer in Jahren	Gesamte Anlagekosten M. f. d. qm	Gesamte Unterhaltungskosten M.	Summe der Auslagen M.	Jahreskosten (ohne Zins) M.
Granitpflaster	15—20	19,0	5,5—10	24,5—29	1,27—1,93
Stampfasphalt	17	Asphalt 12,2—19,4 Unterlage 2,1	12,4—26,8	26,7—48,3	1,57—2,82
Holzpflaster	5—19	13,7—21,4	3,6—20,7	21,8—35,2	1,73—4,36

Diese Tabelle zeigt, dafs die Kosten des Granitpflasters nahezu die gleichen sind, wie in Wien (vergl. oben), dafs ferner die Anlagekosten für die drei Hauptbefestigungsarten: Granit, Stampfasphalt und Holz, wenig voneinander abweichen, dafs aber Holzpflaster mit Rücksicht auf Unterhaltungskosten teurer ist, als die beiden übrigen.[81])

Für wenig befahrene Strafsen wird Schlägelschotter wohlfeiler. Wir können als jährliche Gesamtkosten für Pflaster nach obigem etwa folgende Zahlen zugrunde legen:

Pflasterunterhaltung nebst Ansatz für die Erneuerung . . .	1,20 M.
Zinsen des Anlagekapitals 5 % von 16,0 M.	0,80 „
Gesamtkosten . .	2,00 M. f. d. qm.

Sind deshalb rein wirtschaftliche Rücksichten mafsgebend, so wird man vom Schotter zum Pflaster überzugehen haben, sobald die Unterhaltungskosten f. d. qm und das Jahr die Summe von 2,0 M. übersteigen. In Paris gelten 3 Frcs. als Summe, bei welcher Pflaster vorzuziehen ist.

Nach Baumeister[82]) betragen die Herstellungs- und Unterhaltungskosten städtischer Strafsen für die verschiedenen Baumaterialien:

	Herstellung	Jährliche Unterhaltung
Reihenpflaster I. Klasse auf Chaussierung oder Beton	10—26 M.	0,2—0,4 M.
Reihenpflaster II. Klasse auf Kies oder Sand	4—20 „	0,2—1,0 „
Reihenpflaster III. Klasse auf Kies oder Sand	2—14 „	0,1—0,5 „
Klinker	7—15 „	0,2—0,12 „
Holzpflaster auf Beton	12—21 „	0,5—2,0 „
Asphalt	11—24 „	0,5—1,2 „
Chaussierung mit Grundbau	2—10 „	0,4—0,8 „

Die Preise für Anschaffung schwanken in weiten Grenzen, die teuerste Unterhaltung zeigt das Holzpflaster und unter gewissen Umständen die Chaussierung (bei starkem Verkehr).

2. Verkehrssicherheit. In Beziehung auf die Sicherheit für die Zugtiere stehen Schotterstrafsen obenan, bei Granit, Asphalt und Holz gleiten die Tiere leichter aus, wie die Versuche von Haywood zeigen, welche nachstehend zusammengestellt sind:

	Gröfste zulässige Steigung	1 Zugtier stürzt auf km Weglänge
Steinschlagbahnen	unbeschränkt	—
Granitpflaster	2—5 %	212
Holzpflaster	3,8 %	531
Asphalt	1,6 %	307[83])

[81]) Vergl. auch die Kostenberechnung für die Londoner Strafsen im Deutschen Zentralbl. 1881, No. 34 bis 36.

[82]) Baumeister, Städt. Strafsenwesen. Handb. f. Baukunde, Abt. III. Heft 3. Berlin 1890. S. 82.

[83]) Deutsche Bauz. 1883, S. 348.

In Leipzig wurden in den Jahren 1902 bis 1904 folgende Pferdestürze beobachtet[84]):

	Stürze auf 10000 qm		
	1902	1903	1904
Bei Asphaltstrafsen	12,92	13,25	13,43
„ Holzpflasterstrafsen	5,71	4,55	12,68
„ Steinpflasterstrafsen	0,13	0,21	0,21
„ Zementmakadam	0,13	1,05	1,84
„ Makadamstrafsen	—	0,037	0,11

Die Gefahr des Stürzens ist für Granit bei trockenem Wetter, für Asphalt und Holz bei gelinder Anfeuchtung am gröfsten. Wie man durch passenden Hufbeschlag und geeignete Pferdebehandlung bei Asphaltstrafsen die Gefahr vermindern kann, wurde schon oben angeführt. Nach neueren Beobachtungen ist indessen Holz sicherer als Asphalt, namentlich bei raschem Gang der Fuhrwerke, am gefährlichsten ist der Übergang von einer Strafsenbefestigung zur anderen (s. oben).

Bezüglich des Zugwiderstandes stellen sich am günstigsten die Asphaltstrafsen; Pflasterstrafsen sind besser als Steinschlag, namentlich bei nassem Wetter (vergl. Kap. I, Tab. V, S. 23). Der Vorteil der Asphaltstrafsen in dieser Beziehung geht aber wieder dadurch verloren, dafs die theoretische Leistung der Zugtiere in der Praxis nicht erreicht wird, weil die Pferde nicht den nötigen Halt, die nötige Reibung finden, um die gröfste Zugkraft ausüben zu können. Für Strafsenstrecken von mehr als 2% Steigung eignen sich deshalb Asphaltbahnen nicht.

Als passender Hufbeschlag sind für die glatten Befestigungsarten der Fahrbahn Hufe ohne Stollen und Griffe zu bezeichnen. Bei starken Steigungen können aber mit Rücksicht auf Glatteis und Schnee Stollen nicht entbehrt werden; es ist in diesem Fall Granitpflaster mit schmalen Pflasterreihen vorzuziehen. In Städten, wo derart steile Strafsen vorkommen, ist es besser, auf die Anlage von Asphaltstrafsen überhaupt zu verzichten (s. S. 279).

3. Das Verkehrsgeräusch. Das Verkehrsgeräusch ist auf Pflasterstrafsen wesentlich gröfser als auf Steinschlag, man zieht deshalb diesen in solchen Stadtteilen vor, wo Ruhe ein Bedürfnis ist (vor Krankenhäusern, Schulgebäuden u. s. w.), allerdings ist in dieser Beziehung Asphalt und Holz noch besser als Steinschlag, weshalb in den Grofsstädten von den Gebäudebesitzern auf Herstellung von Asphaltstrafsen hingewirkt wird. Nur auf den ausschliefslich dem Verkehr mit Luxuswagen dienenden Strafsenteilen von Paris hat man auch neuerdings die Chaussierung beibehalten, weil sie den Korsofahrten am meisten Sicherheit für die Pferde bietet.

Am wenigsten Lärm verursacht der Verkehr auf Holzpflaster, es ist deshalb in der City von London und namentlich in Paris dieses Pflaster sehr beliebt. Der weitere Vorzug, dafs weniger Pferdestürze vorkommen, wird anderwärts bestritten, über schlechte Ausdünstungen geklagt, und neben der teueren Unterhaltung auch die Feuergefährlichkeit bei grofsen Bränden hervorgehoben; letztere Befürchtung trifft wohl nicht zu (s. oben S. 269).

4. Reinigung und Unterhaltung. Die Frage der Reinigung und leichten Unterhaltung wird besonders in Städten mit sehr starkem Verkehr von Einflufs auf die Wahl der Fahrbahnherstellung der Strafsen sein. Die häufigste Reinigung und Ausbesserung verlangt die Steinschlagbahn, weil die rauhe Oberfläche sich rasch abnutzt, Staub und

[84]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 379.

Schmutz sich in Menge bilden. Die Reinigung der rauhen Oberfläche kann aber nicht so gründlich geschehen, wie bei Pflaster jeder Art. Sodann ist in jedem Jahre auf wenigstens eine Hauptausbesserung zu rechnen, welche eine Unterbrechung des Verkehrs auf 1 bis 2 Tage bedingt (Herstellung einer neuen, durch Dampfwalze zu dichtenden Steinschlagdecke).

Ob die in Kap. I, § 19 (S. 144) näher beschriebene Erfindung des Teerens der Strafsen imstande ist, bei städtischen Strafsen die Zustände zu verbessern, mufs bis zum Abschlufs weiterer Versuche bezweifelt werden. Das Teeren scheint doch hier nicht recht zu passen mit Rücksicht auf schlechte Ausdünstung und die Möglichkeit des Beschmutzens von Wagen und Fufsgängern (vergl. die Bemerkungen im Kap. I, S. 145 u. 147).

Eine sorgfältige Reinigung ist auch bei Asphaltstrafsen schon deshalb nötig, weil hiervon die Haltbarkeit und die sichere Bewegung der Zugtiere in hohem Grade abhängt. Dagegen sind Ausbesserungen bei Asphalt nicht störend, weil sie nach dem Flickverfahren ausgeführt werden können. Pflaster verlangt nach Erfahrungen in Wien und London etwa nach 6 bis 10 Jahren eine Umpflasterung bezw. Neuherstellung, welche die Unterbrechung des Verkehrs auf einige Tage nötig macht, dagegen fallen die jährlichen kleinen Ausbesserungen nicht ins Gewicht.

Mit Rücksicht auf die Gesundheit ist der Asphalt wegen seiner Undurchlässigkeit allen anderen Befestigungsarten vorzuziehen, man kann aber bei Granit und Holz fast dasselbe erreichen, indem man durch Ausgiefsen der Fugen mit Mörtel oder Asphalt das Eindringen des Tagewassers, und durch Herstellung einer Betonunterlage das Aufsteigen des Grundwassers unmöglich macht.

Nach den in London gemachten Erfahrungen[85]) werden Stein, Holz und Asphalt je nach der Örtlichkeit als ganz gleich geachtet, dagegen ist und bleibt gutes Granitpflaster für die überwiegende Mehrzahl der grofsstädtischen Strafsen das Normalpflaster. Für das Strafsennetz kleinerer Städte ist weniger teueres Material angezeigt.

§ 9. Befestigung der Fufswege, Hofeinfahrten u. s. w.

1. Fufswege. Wie in § 4 erwähnt wurde, sind bei städtischen Strafsen meist die Fufswege gegenüber der Fahrbahn erhöht angelegt und gegen diese durch Randsteine begrenzt, längs deren sich der Strafsenkandel hinzieht, welcher das vom Fufsweg und von der Fahrbahn bei Regenwetter zufliefsende Wasser abzuführen hat. Die gewöhnlich vorkommenden Formen des Querprofils sind aus Abb. 39 bis 44 (S. 246) zu ersehen. Die Befestigung der Oberfläche der Fufswege kann nun in verschiedenster Weise erfolgen; erforderlich ist, dafs sie vollkommen rein und eben ist, ohne glatt zu sein und von solcher Festigkeit, dafs auch bei nasser Witterung das Begehen bequem ist, dafs sich kein Schmutz bildet und dafs die Oberfläche leicht zu reinigen ist. Selbstverständlich spielt auch der Kostenpunkt bei der Auswahl des Materials eine Rolle. In vielen Städten liegt Anlage und Unterhaltung der Fufswege den Hausbesitzern ob, es ist dann nicht zu erwarten, dafs die Bürgersteige alle gleichmäfsige Ausbildung erhalten, was auch nicht gerade von grofser Wichtigkeit ist, aber jedenfalls mufs die Stadtverwaltung sich das Recht vorbehalten, gewisse Ausführungsarten, welche für den Verkehr nicht zweckmäfsig sind (zu glatt oder zu rauh), von der Verwendung auszuschliefsen.

---

[85]) Zentralbl. d. Bauverw. 1881, S. 385.

a) Sand- und Kieswege, welche für Landstrafsen ganz zweckmäfsig erscheinen, passen für Städte nicht, sie sollten nur als vorläufige Anlage geduldet werden, so lange eine neu eröffnete Strafse nur zum geringen Teile angebaut ist, deren Entfernung aber zu verlangen ist, sobald eine gröfsere Zahl von Gebäuden an der Strafse erstellt sind. Es ist dies allerdings eine schwere Auflage für den Anlieger, der noch nicht bauen will, denn bei Ausführung eines Neubaues wird die Fufswegbefestigung stark beschädigt, es ist meist eine vollständige Neuherstellung derselben nötig, aber die Interessen des Verkehrs sollten doch hier in den Vordergrund gestellt werden. Die Ausführung der Kieswege besteht in einer Grundlage aus Grobgeschläg von rund 8 bis 10 **cm** Stärke und einer Decklage von Sand oder feinem Kies, die nach Fertigstellung mit Handwalzen abgewalzt wird. Statt des Sandes, der etwas schwer bindet, wenn er in gröfserer Stärke aufgebracht wird, kann mit Vorteil der Abfall des durch Steinbrechmaschinen erzeugten Strafsenschotters (s. Kap. I, § 18) benutzt werden. Gekörnte Hochofenschlacken haben sich nicht bewährt, da sich feiner scharfer Sand erzeugt, der nicht bindet.

b) Pflaster aus kleinen Flufskieseln gibt ganz brauchbare Fufswege, wenn flache Steine ausgewählt, in der Mitte zerschlagen und so in Sand eingebettet werden, dafs die geraden Bruchflächen die Oberfläche bilden (Freiburg). Man kann mit verschieden gefärbten Steinen Muster bilden, die ganz gut aussehen. Immerhin wird die Oberfläche etwas rauh.

c) Pflaster aus regelmäfsig in der Oberfläche bearbeiteten Pflastersteinen gibt ebenfalls eine rauhe Oberfläche und ist auch schon ziemlich teuer (6,50 M. f. d. **qm**). In belgischen Städten findet man diese Befestigung häufig, in Antwerpen geben die in parallelen Reihen gelegten Porphyrsteine eine unebene Fläche, die Steine werden bald glatt und der Fufsweg ist unangenehm zu begehen. Besser sind die in anderen Städten (Lüttich u. s. w.) verwendeten *platines* (s. Abb. 31 u. 32, Taf. XI).[86]) Es sind dies Kohlensandsteine von 10 bis 14 **cm** grofser quadratischer, regelmäfsig nach Schablone bearbeiteter Kopffläche von 8 bis 10 **cm** Dicke, nach unten etwas keilförmig, in diagonalen Reihen satt in Mörtel verlegt. Als Unterlage dient eine Schicht flach auf den gestampften Boden gelegter Ziegelsteine, über dieser eine Rollschicht in Mörtel und eine 3 **cm** starke Schicht gesiebter Kohlenasche. Die Oberfläche erhält ein Quergefälle von 2%. Die Abmessungen der Randsteine ergeben sich aus der Abbildung. Die Kosten ausschliefslich Randsteine betragen 10,4 M. f. d. **qm**, sind somit sehr hoch, es könnte aber wohl unbeschadet der Haltbarkeit am Grundbau gespart werden.

d) Hausteinplatten geben sehr hübsche Fufswege, Sandsteine sind für das Begehen bequem, nutzen sich aber leicht ab (in Stuttgart sind die früher ausschliefslich angewendeten Keupersandsteinplatten längst entfernt). Granitplatten findet man in Wien und Berlin, sie sind teuer (17 bis 21 M. f. d. **qm** bei einer Dicke von 15 **cm**; in den Vorstädten sind die Platten weniger genau bearbeitet, haben 10,5 **cm** Dicke und kosten 3,6 bis 8,4 M. f. d. **qm**) und werden bald glatt, in Brüssel gilt dasselbe für die dort angewendeten Kalksteinplatten. Die Haltbarkeit ist allerdings grofs und die Reinigung leicht. Man legt die Platten unmittelbar auf den festgestampften Untergrund in Mörtel.[87])

In Amerika sind solche Platten häufig in Verwendung, so namentlich in Chicago, wo ein harter körniger Kalkstein, der durch die Benutzung nicht glatt wird, aus nächster Nähe zur Verfügung steht. In der inneren Stadt sind derartige Platten in Längen von 2 bis 3 **m** zur Anlage der Fufswege gewöhnlich anzutreffen. Hierbei mag angeführt werden, dafs in den äufseren Stadtteilen noch häufig

---

[86]) Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1878, S. 171.

[87]) In engl. Städten bilden Platten von Granit oder Kalksteinen die gewöhnliche Befestigung der Fufswege.

Holzfufswege sich vorfinden, welche selbstverständlich nur vorläufige Anlagen bilden, die entfernt werden, sobald die betreffenden Strafsen stärkeren Anbau erhalten. Auf diese Holzwege braucht hier nicht näher eingegangen zu werden, da man bei uns kaum von solchen Anordnungen Gebrauch machen wird.

Man kann die Kosten der Hausteinplatten dadurch vermindern, dafs man die Platten nur in der Mitte der Fufswege legt und die zu beiden Seiten liegenden Streifen mit gewöhnlichem oder Mosaikpflaster (s. unten) befestigt. Dies eignet sich namentlich für Strafsen in Vorstädten, die promenadenartig angelegt sind, kommt aber auch auf Hauptstrafsen (Berlin) zur Anwendung. Abb. 6, Taf. X zeigt den Querschnitt der Fufswege auf der Potsdamer Strafse in Berlin.

Eine derartige Anordnung kann mit Vorteil dazu benutzt werden, Kabelleitungen, Telephonleitungen u. s. w. unter den Fufswegen unterzubringen, weil diese dann unter den leicht auszubrechenden und ebenso leicht wieder herzustellenden Pflasterstreifen verlegt werden können (vergl. hierüber § 12).

e) Platten aus gebranntem Ton. Die quadratischen Plättchen aus Sinzig oder Mettlach sind 17 **cm** lang, 3 **cm** dick und werden in hydraulischem Mörtel auf eine Betonunterlage von 8 bis 10 **cm** Stärke verlegt (s. Abb. 40 u. 46, S. 246 bezw. 247). Die Plättchen sind auf der Oberfläche gerippt und gewöhnlich diagonal verlegt, so dafs zum Anschlufs an die Randsteine und die Gebäude dreieckige Anschlufsstücke nötig sind. Die Platten sind hart und werden nicht glatt, als Nachteil erscheint aber die schwierige Reinigung im Winter, indem in den Fugen leicht das Wasser an der Oberfläche bleibt und bei Schnee und Frostwetter auf den Fugen Wülste gefrorenen Schnees sich bilden, welche das Begehen erschweren und kaum zu entfernen sind. Es kommt auch häufig vor, dafs die dünnen Plättchen sich losrütteln oder auch zerspringen, so dafs die Unterhaltungskosten bedeutend sind. Auch die Herstellungskosten sind hoch (9,0 bis 9,4 M. f. d. **qm**), so dafs diese Abdeckungsart in neuerer Zeit nur noch selten angewendet wird. Die Plättchen eignen sich mehr für bedeckte Räume, als für das Freie. Die Tonplatten von Grofshesselohe (bei München) sind 21 **cm** lang, 4 **cm** dick und werden auf den festen Untergrund einfach in ein Mörtelbett verlegt. Sie sind sehr haltbar, bieten aber eine etwas rauhe, nicht besonders angenehm zu begehende Oberfläche. Preis f. d. **qm** rund 6 M. In München bilden sie fast ausnahmsweise die Befestigung der Fufswege. Die Oberfläche der Platten ist gewöhnlich ungerippt, bei Hauseinfahrten empfiehlt es sich aber, gerippte Platten zu verwenden.

f) Asphaltfufswege können entweder aus Stampfasphalt (s. oben S. 272) oder aus Gufsasphalt bestehen, letzteres ist das gewöhnliche. Der zum Belag von Fufswegen verwendete Gufsasphalt wird aus dem Asphaltstein in der Art hergestellt, dafs man wie beim Stampfasphalt die Steine in Pulver verwandelt und das Asphaltpulver mit etwa 5 % reinem Bitumen zusammenschmelzt und die Masse in Brode giefst, welche, mit dem Zeichen der Fundstelle versehen, in den Handel kommen.

Man verwendet zum Asphaltmastix die bitumenreicheren Sorten des natürlichen Asphalts, so dafs die Asphaltbrode etwa 15 % Bitumen enthalten. Die Versuche, aus Steinkohlenteer hergestellten künstlichen Asphalt zu verwenden, sind bis jetzt gescheitert, der daraus hergestellte Gufsasphalt ist nicht haltbar und wird bei warmem Wetter weich.

Der Asphalt wird unter Zusatz von etwa 6 % Bitumen (Goudron) in einem Kessel geschmolzen, es wird sodann dem Gewicht nach etwa 50 % feiner Kies oder Sand zugesetzt, und die Masse so lange durchgearbeitet, bis der Kies vollständig sich mit dem Asphalt gemischt hat. Die Masse wird dann mit Löffeln auf die Unterlage aufgebracht, eben abgestrichen und schliefslich mit feinem Sand überstreut. Es gehört grofse Geschicklichkeit der Arbeiter dazu, den richtigen Zeitpunkt für das Ausbreiten der Masse auf die Unterlage zu treffen; wenn der genügende Hitzegrad nicht erreicht ist, kann eine gleichmäfsige Verteilung nicht stattfinden, da die Masse sich zu rasch abkühlt.

Das oben angegebene Mischungsverhältnis von Mastix und Sand ist nicht überall dasselbe, sondern wechselt je nach dem Klima. Damit in südlichen Gegenden der Asphalt nicht so leicht erweicht, nimmt man nur etwa so viel Mastix als Sand, während in kälterem Klima der erhöhte Bitumengehalt das Sprödewerden im Winter zu verhüten hat. Für unsere Gegenden kann etwa gerechnet werden[88]), dafs zu 1 **cbm** Gufsasphalt 1500 bis 1600 **kg** Mastix, 700 bis 800 **kg** Kies oder Sand und 100 **kg** Goudron erforderlich sind, so dafs der Asphalt rund 55 % kohlensauren Kalk, 31 % Kies oder Sand und 14 % Bitumen enthält.

Die Stärke des Asphalts beträgt gewöhnlich 20 **mm**, in Berlin sind für die Fufswege 20 **mm**, für die Einfahrten 33 **mm** vorgeschrieben. In Stuttgart ist die Stärke des Asphalts bei den Fufswegen fast allgemein 20 **mm**, die Einfahrten sind gepflastert oder mit Tonplatten belegt.

Als Unterlage dient immer eine dünne Betonschicht von 10 bis 15 **cm** Stärke, die auf festem Untergrund auszubreiten ist. Der Beton mufs vor dem Aufbringen des Asphalts vollständig trocken sein. Die Haltbarkeit des Asphalts, wenn er aus gutem Material hergestellt wird, ist sehr grofs; in Strafsburg sahen wir Fufswege umbrechen, die schon seit 17 Jahren im Gebrauch waren. Der Asphalt nutzt sich zwar ab, ist aber immer noch brauchbar, wenn seine Dicke nur noch 5 **mm** beträgt, dann allerdings beginnt er zu zerbröckeln. Bei sehr starkem Verkehr ist die Dauer nicht so lange wie oben angegeben; es macht sich dies namentlich an den Strafsenecken bemerklich, wo der Verkehr sich auf den Rand längs der Gebäude zusammendrängt, die Ausbesserung einzelner schadhafter Stellen kann aber leicht durch Ausflicken geschehen, so dafs die Dauer schlimmstenfalls auf 8 bis 10 Jahre herabgehen wird. Nachteilig für den Asphalt sind die Sonnenstrahlen, weil das Bitumen sich verflüchtigt und die Masse hart und spröde wird. Die von Prof. Dietrich gemachte Bemerkung[89]), dafs Asphalt sich mehr für die Städte des Nordens eigne, Steinplatten für die Städte des Südens, dürfte das Richtige getroffen haben. Alter Asphalt kann ohne Bedenken umgeschmolzen und wieder verwendet werden. Den Temperatureinflüssen widersteht er vollkommen, nur solcher Asphalt, der aus künstlichen Mischungen gebildet ist, wird bei warmem Wetter weich. Der Preis stellt sich bei etwa 20 **mm** Dicke einschliefslich einer Betonschichte von 0,10 **m** auf 5,0 M. bis 6,0 M. f. d. **qm**, ausschliefslich Beton auf rund 3,80 M.

Wie beim Stampfasphalt für Fahrbahnen ist eine feste unnachgiebige Unterlage Hauptbedingung für Asphaltwege. Wo deshalb der Grund nicht ganz zuverlässig ist, wird man die Betonlage verstärken; auf aufgefülltem Boden sind vorläufige Anlagen mit einfacher Kieslage angezeigt. Das Quergefälle kann wie bei anderen Befestigungsarten etwa zu 2 % angenommen werden.

Der Asphalt kann wohl als die schönste und für den Verkehr bequemste Abdeckung der Fufswege bezeichnet werden; es trifft dies auch für den Winter zu, wo die Asphaltfufswege am leichtesten von Schnee gereinigt werden können. Zementbelag ist allerdings noch etwas wohlfeiler, es tritt deshalb in neuerer Zeit der Zementbelag mit dem Asphalt vielfach in Wettbewerb (s. unten S. 291 u. 292).

g) Mosaikpflaster aus kleinen Steinstückchen von 25 bis 50 **qcm** Kopffläche in Sand oder Mörtel versetzt, wird vielfach mit gutem Erfolg angewendet, und ist namentlich in Berlin sehr beliebt. In der Umgebung der Siegessäule ist verschiedenfarbiges Mosaikpflaster zu hübscher Ausschmückung der Wegflächen verwendet, in anderen Strafsen liegt einfaches Mosaikpflaster neben Hausteinplatten (s. oben S. 289).

---

88) Dietrich, Asphaltstrafsen. S. 95.

89) Deutsche Bauz. 1886, S. 167, 180, 210.

h) Klinkerpflaster wird seltener angewendet, da die Steine, wenn sie zum Verglasen gebrannt sind, sich verziehen und eine unebene Oberfläche liefern. Werden die Steine weniger scharf gebrannt, so sind sie zu weich und nützen sich rascher ab, als der die Fugen füllende Mörtel. Übrigens kann man diesen Mörtel weglassen, und erhält dann eine für weniger starken Verkehr ganz gut geeignete Abdeckung. Die Steine können sowohl als Rollschichten, wie als Flachschichten verwendet werden (Birmingham, holländische Städte u. s. w.).

i) Zementabdeckungen werden in neuerer Zeit häufig angewendet; sie bestehen aus zwei Schichten, von denen die untere, rund 15 cm stark, aus einer Mischung von 1 Teil Zement und 10 Teilen reinem Kies, die obere 2 bis 3 cm starke Schicht aus 1 Teil Zement und 1 bis 2 Teilen Sand besteht. Die untere Schicht wird tüchtig gestampft, und vor ihrer Erhärtung die obere Schicht aufgebracht und glatt abgestrichen. Der Zement der Deckschichte mufs sorgfältig ausgewählt werden, da von dessen Güte die Haltbarkeit des Fufsweges abhängt, Romanzement ist unbrauchbar, selbst zur unteren Schicht. Zum Erhärten sind mindestens 8 Tage erforderlich; die frisch hergestellte Oberfläche darf in den ersten Tagen nicht begangen werden, die langsame Erhärtung mufs durch eine Bedeckung mit Sand, der stetig zu begiefsen ist, angestrebt werden; es ist dies für die Haltbarkeit von gröfster Bedeutung. Die Sandschicht dient zugleich zur Abhaltung der Sonnenstrahlen, ihre Dicke soll rund 3 bis 4 cm betragen. Die seit mehreren Jahren in vielen Städten ausgeführten Zementfufswege zeigen geringe Abnutzung, es ist als einziger Mangel die Bildung von unregelmäfsigen Längen- und Querrissen zu bezeichnen, welche nach einigen Monaten sich einstellen. Man hat diesen Rissen dadurch zu begegnen gesucht, dafs man, um der Zementplatte eine Zusammenziehung in der Längenrichtung zu ermöglichen, den Fufsweg der Länge nach in Streifen von 1,5 bis 2,0 m Breite zerlegt hat, welche je für sich hergestellt und durch Einlagen von Papierstreifen oder von Holzlatten voneinander getrennt sind. Trotz derartiger Feldereinteilung zeigt aber die Erfahrung, dafs häufig doch Risse sich bilden. Man wird nicht fehlgehen, wenn man diese den Setzungen zuschreibt, welche infolge mangelhafter Herstellung der Fufswege entstehen. Wenn man zusieht, mit welcher Nachlässigkeit oft die Herrichtung des Untergrundes besorgt wird, indem man einfach in vorhandene Vertiefungen Erdmaterial schüttet, ohne für genügende Dichtung desselben zu sorgen, so darf man sich nicht wundern, wenn bald teilweise Setzungen eintreten, die zum Bruch der Betonplatte führen müssen. Wo deshalb der Untergrund nicht aus gewachsenem Boden besteht, empfiehlt es sich, unter dem Beton einen festen Grundbau von rund 15 cm Dicke anzubringen, der wie der Grundbau einer Fahrstrafse gut zu verkeilen ist, es wird hierdurch auf eine Verdichtung des Untergrundes und auf bessere Druckverteilung hingewirkt, und Setzungen kommen weniger leicht vor. Ein vor dem Münster in Ulm in dieser Art ausgeführter Zementfufsweg zeigte nach mehreren Jahren noch keine Risse.

Erwähnung verdient hier ein im Jahre 1900 in Thusis ausgeführter Zementfufsweg, zu dessen Herstellung eine 65 cm tiefe Aushebung gemacht wurde, so dafs unter dem Beton ein 45 cm starker Grundbau aus Rollsteinen sich befindet. Der Untergrund besteht aus einer Anschwemmung der Nolla, in welcher das Grundwasser derart in die Höhe steigt, dafs im Winter bei starkem Frost ein Heben der Fufswegbefestigung eingetreten ist, welche ihre Zerstörung bewirkte. Indem man das Grundwasser unter Frostgrenze hält, wird die Hebung bei Frost vermieden. Hiernach empfiehlt es sich, überall da, wo ein Aufsteigen des Grundwassers bis zur Strafsenbettung zu befürchten

ist, unter dem Zement eine Rollschicht auszuführen, auch wenn fester Untergrund vorhanden ist, die unangenehmen Risse der Zementplatte werden dann vermieden werden.

Als gute Eigenschaft des Zementes ist zu rühmen, dafs die Abnutzung der Oberfläche sehr langsam vor sich geht und dafs er nicht besonders glatt wird. Die Reinigung bei Schneewetter ist allerdings weniger leicht als bei Asphalt, weil der gefrorene Schnee fester am Zement haftet. Die Zementfufswege gestatten eine Ausbesserung in der Art, dafs man nicht zu kleine Flächen der Deckschichte abspitzt und diese unter Verwendung reinen Zementes wieder erneuert. Der Preis der Zementwege beträgt gegenwärtig etwa 3,20 M. bis 3,30 M. f. d. qm, sie sind somit wohlfeiler als Asphalt, haben wohl auch eine ebenso lange, wo nicht längere Dauer und es ist durch ihre Einführung dem Asphalt ein starker Wettbewerb erwachsen. Das Aussehen der Zementwege verbessert man wesentlich durch Abwalzen mit gezahnten Walzen, so dafs die Oberfläche das Aussehen gestockter Platten erhält, wodurch auch etwaige Risse weniger auffällig werden.

k) Zementkuppenplatten[90]) haben in neuerer Zeit ebenfalls häufige Anwendung gefunden, sie sind 30 **cm** lang und breit und 4,5 **cm** dick, haben eine geriffelte Oberfläche (s. Abb. 75) und werden einfach in eine Mörtelschicht von $2^{1}/_{2}$ **cm** Stärke auf den Untergrund aufgelegt, bei weichem Untergrund ist ein Grundbau von 10 bis 12 **cm** zu empfehlen. Die grofse Härte der Steine, welche durch künstliche Pressung bei der Herstellung erzeugt wird, verspricht eine lange Dauer des Belages, namentlich für Strafsen in den äufseren Stadtteilen. Die Platten werden des besseren Aussehens wegen diagonal verlegt, an den Anschlüssen an Randstein- und Häuserflucht sind dann dreieckige Anschlufssteine erforderlich; der geringe Preis und das erleichterte Aufbrechen derselben behufs Einlage von Leitungen dürfte diesem Belage bald erweiterte Anwendung verschaffen. Es erscheint angezeigt, die Platten nicht in Zementmörtel, sondern in Kalkmörtel zu verlegen, auch die Fugen mit Kalkmörtel auszufüllen, damit bei Setzungen des Bodens, oder beim Ausheben der Platten behufs Verlegung von Kabeln u. s. w. Brüche möglichst vermieden werden. Preis einschliefslich Verlegen in Mörtel 3,5 bis 3,8 M. (In Frankfurt haben diese Platten ausgedehnte Anwendung gefunden.)

Abb. 75 u. 76.
Zementplatten. M. 1 : 20.
Abb. 75. Querschnitt.

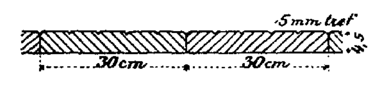
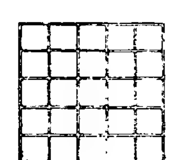


Abb. 76. Grundrifs.



l) Übergänge der Fufswege über Seitenstrafsen. Da gewöhnlich die Fufswege gegen die Strafsen erhöht angelegt sind, so werden sie bei Einmündung von Seitenstrafsen unterbrochen. Sind die einmündenden Strafsen chaussiert, so sind diese Übergänge in der Breite der Fufswege zu pflastern, wie Abb. 38, Taf. XI zeigt. Diese gepflasterten Übergangsstreifen erleichtern die Reinigung bei schlechtem Wetter und bilden eine grofse Annehmlichkeit für die Fufsgänger, sie bringen jedoch den Nachteil mit sich, dafs beim Anschlufs der Chaussierung an das Pflaster sich bald Vertiefungen bilden, in denen das Wasser stehen bleibt und welche zu Stöfsen beim Befahren der Strafse Veranlassung geben. Es hat dies dazu geführt, in Stuttgart statt Einlagen von Gurtungen die ganze Strafsenkreuzung zu pflastern, so dafs wenigstens die Hälfte der Pflasteranschlüsse wegfällt (s. Abb. 38, Taf. XI). Es verursacht dies allerdings wesentlich höhere Ausgaben, als die Herstellung blofser Gurtungen. Wo die einmündenden Strafsen gepflastert sind, findet man häufig die Übergangsstreifen der

[90]) Gekuppte Zement-Trottoirplatten von W. Burck, Stuttgart.

Fufswege aus regelmäfsiger bearbeiteten Pflastersteinen hergestellt, um den Fufsgängern das Kreuzen der Strafse zu erleichtern (London).

m) Fufsweg-Randsteine. Über die seitliche Begrenzung der Fufswege ist schon oben im § 4 (S. 242) gesprochen; sie besteht in neuerer Zeit gewöhnlich aus Randsteinen, welche den erhöhten Fufsweg von der Fahrbahn bezw. vom Strafsenkandel trennen. Als Material werden harte, widerstandsfähige Gesteinsarten, vorzugsweise Granit verwendet, auch kieselige Sandsteine, Basaltlava u. s. w. trifft man hier und dort an. Die Steine bilden entweder auf die hohe Kante gestellte Platten oder kleine Quader mit Untermauerung. Letztere Anordnung gibt gröfsere Sicherheit gegen Setzungen und Verschiebungen, ist aber teurer, namentlich wo die Steine aus grofser Entfernung beigeschafft werden müssen. Bei hochkantig gestellten Randsteinen empfiehlt es sich, diese ebenfalls auf eine Kiesbettung aufzusetzen. Ferner ist zu bemerken, dafs ein stumpfer Stofs der Steine genügt; alle weiteren Mittel, die Steine vor Verschiebung zu schützen, wie nutenförmiges Ineinandergreifen, hat sich als unschön und unnötig gezeigt. Abb. 39 bis 44 u. 48 (S. 247) zeigen verschiedene, häufig vorkommende Querschnittformen der Randsteine (vergl. auch Taf. X, ferner Abb. 55, S. 254).

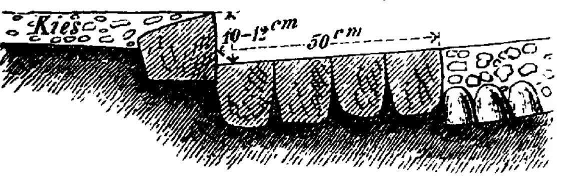
Statt natürlicher Steine sind wohl auch schon Zementsteine oder aus gebranntem Ton bestehende zur Verwendung gekommen.[91]) Diese dürften sich nur für Strafsen mit geringem Verkehr eignen, da sie nicht genügende Härte haben, um dem Abstofsen durch anstreifende Räder Widerstand zu leisten. In Stuttgart verwendet man bei neu angelegten Strafsen, die noch keine endgiltige Fufswegbefestigung erhalten, Randsteine aus hochkantig gestellten, rauh bearbeiteten Tuffsteinen, welche nur etwa 3,5 M. f. d. lfd. m kosten (gegenüber 6,5 M. der Randsteine aus Granit). Sobald endgiltige Ausführung der Fufswegabdeckung erfolgt, werden die Tuffsteine durch Granit ersetzt.

Gufseiserne Randsteine sind auch schon angewendet worden[92]), sie haben grofse Widerstandsfähigkeit, sind aber teuer, werden auf der Oberfläche bald glatt und sind deshalb für den Fufsgänger nicht angenehm (s. Abb. 29, Taf. XI).

Die längs den Randsteinen sich hinziehenden Kandel können mittels besonderer Kandelsteine gebildet werden, wie Abb. 41 (S. 246) zeigt; nötig sind diese Kandelsteine aber nicht, man begnügt sich in neuerer Zeit gewöhnlich damit, längs den Randsteinen eine Längsreihe von Pflastersteinen zu setzen, welche etwa 1 cm tiefer liegt, als das anschliefsende Pflaster. Der übrige Teil des Kandels wird durch das Pflaster selbst gebildet (s. Abb. 40, S. 246 u. Abb. 55, S. 254); bei chaussierten Strafsen empfiehlt es sich, den Kandel auf eine Breite von etwa 0,5 bis 1,0 m zu pflastern und erst hieran die Chaussierung anzuschliefsen (s. Abb. 39, S. 246). Dieselbe Anordnung kann auch bei Holzpflaster Anwendung finden, zwischen dem gepflasterten Kandel und dem Holzpflaster liegt dann der Ausdehnungsstreifen, der dem Holzpflaster eine seitliche Ausdehnung gestattet (s. Abb. 30, Taf. XI).

Bei untergeordneten Strafsen können auch die Randsteine aus Pflastersteinen gebildet werden, wie die Abb. 77 zeigt (Frankfurt a. M.). Diese Anordnung ist bei vorläufiger Herstellung der Fufswege zu empfehlen.

Abb. 77. *Randstein aus Pflastersteinen.*



2. **Häusereinfahrten** sind nach ihrer gewöhnlichen Anordnung schon auf S. 243 beschrieben, bezüglich der Ausführungsweise ist zu bemerken, dafs die Befestigung

[91]) Vergl. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 342.

[92]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 342 u. 343.

eine haltbarere sein mufs, als die der anschliefsenden Fufswege. Die einfachste Befestigung besteht aus gewöhnlichem Strafsenpflaster, wobei allerdings der Nachteil eintritt, dafs die rauhe Beschaffenheit des Pflasters einen unangenehmen Wechsel in die ebene Oberfläche des anstofsenden Fufswegbelages bringt. Man kann nun auch die sonst angewendeten Fufswegbefestigungen beibehalten, wenn man den Grundbau verstärkt, bei Plättchen die dickeren Grofshesseloher Plättchen verwendet und bei Asphalt die Stärke zu 30 **mm** (statt sonst 20 **mm**) annimmt. Auf eine raschere Abnutzung der Befestigung der Einfahrten wird immerhin zu rechnen sein.

3. Reitwege, Radfahrwege und Spazierwege erhalten häufig eine eigentliche Befestigung nicht, sondern nur eine dünne Überkiesung oder Übersandung, doch hängt hier viel von der Beschaffenheit des Untergrundes ab. Bei sandigem Untergrund genügt eine Neigung der Oberfläche von 4 bis 6 %, bei tonigem Untergrund aber ist eine Unterbettung unter dem Kies aus zerschlagenen Backsteinen oder sonstigen Steinabfällen von rund 5 bis 10 **cm** Dicke erforderlich, auf welche eine Kies- oder Sandschicht von rund 3 bis 5 **cm** ausgebreitet und festgestampft wird. Seitliche Ableitung des Wassers durch Kandel oder Gräben darf hier wegen mangelhafter Festigkeit der Oberfläche durchaus nicht versäumt werden, sehr vorteilhaft ist es deshalb, wenn wie bei den Boulevards in Antwerpen und Brüssel (s. Abb. 22, 23 u. 28, Taf. X) die Promenaden gegen die Fahrbahn erhöht angelegt sind.

C. Nebenanlagen städtischer Strafsen.

§ 10. Anpflanzungen an städtischen Strafsen und Plätzen.

1. Bäume in den Strafsen. Baumpflanzungen bilden in städtischen Strafsen eine Annehmlichkeit für Bewohner und Durchzügler; es müssen aber die Strafsen eine Breite von wenigstens 25 bis 30 **m** haben, damit die Gebäude nicht zu sehr beschattet werden. Streng genommen eignen sich zu Baumpflanzungen nur die von Nord nach Süd hinziehenden Strafsenzüge, in den von Ost nach West führenden Strafsen werden die auf der Schattenseite stehenden Bäume nicht gut gedeihen. Die Bäume werden entweder auf den Fufswegen, in einem Abstand von 0,6 bis 1,0 **m** von den Randsteinen entfernt, angepflanzt, oder auf der Strafse selbst. Bei zu geringem Abstand werden bei ersterer Anordnung durch fortschreitendes Wachstum der Bäume die Randsteine leicht hinausgedrückt, was zwar bei Anpflanzung der Bäume auf der Strafse selbst in 1,0 bis höchstens 2 **m** vom Fufswegrand nicht der Fall ist, jedoch empfiehlt sich diese Anordnung nur für Strafsen mit geringem Verkehr, weil bei starkem Verkehr die Gefahr der Beschädigung der Bäume durch das Fuhrwerk zu grofs ist. Der Abstand der Bäume voneinander kann je nach der Baumgattung zu 7 bis 8 **m** angenommen werden[93]), als Mindestabstand der Bäume von der Baulinie sind nach Erfahrungen in Stuttgart 5,5 **m** zu bezeichnen.

Am besten zu Baumpflanzungen eignen sich die zwischen Fahrbahnen liegenden Spazierwege der Prachtstrafsen, es entfällt hier die Beschattung der Gebäude vollständig,

---

[93]) Stadtbaurat Genzmer gibt in einem auf dem Städtetag in Magdeburg gehaltenen Vortrage (siehe Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 4 u. 19) folgende Mafse an: Abstand der Bäume von den Gebäuden 6,0 m, desgl. vom Fufswegrand 0,75 m, so dafs bei einer geringsten Breite der Fahrbahn von 5,0 m eine geringste Strafsenbreite von 18,5 m und bei 7,5 m Fahrbahnbreite eine solche von 21 m sich ergibt. Als passender Abstand der Bäume voneinander werden 8 bis 10 m empfohlen.

auch ist für das Gedeihen der Bäume besser gesorgt, da der Zutritt von Licht, Luft und Regen besser gewährleistet ist, als wenn die Bäume auf den Fufswegen stehen. Eine grofse Schwierigkeit für das Gedeihen der Baumpflanzungen bietet die Zufuhr des nötigen Wassers: Asphaltierte oder zementierte Fufswege sind für das Wasser ganz, Chaussee und Pflaster beinahe undurchdringlich, es ist deshalb nicht verwunderlich, wenn namentlich an beiderseits angebauten Strafsen der Baumwuchs nicht gedeihen will. Man kann nun wenigstens einigermafsen den Bäumen das nötige Wasser zuführen, indem man sogenannte Baumscheiben rings um die Stämme anlegt, welche den Zutritt des Wassers zum Untergrund ermöglichen. Die Baumscheiben bestehen entweder aus kreisförmigen Öffnungen von nur 0,9 m Weite, welche mit Flacheisen umrahmt sind, die den Asphalt- oder Zementbelag begrenzen, oder aus einer hufeisenförmigen Umrahmung von 100 cm Weite und Breite, welche aus regelmäfsig behauenen Pflastersteinen besteht (s. Abb. 78 u. 79). Die Anordnung der Abb. 78 ist bei gepflasterten Fufswegen in Frankfurt a. M. zur Ausführung gekommen. Eine hübsche Anordnung für Asphaltfufswege zeigt Abb. 79 (Bahnhofstrafse in Zürich); die Abmessungen sind hier gröfser, als bei den vorher erwähnten Beispielen, die Bäume zeigen einen schönen Bestand.

Abb. 78. *Baumscheiben in Frankfurt.*

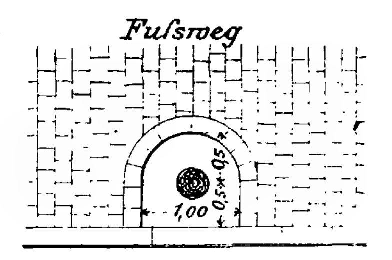
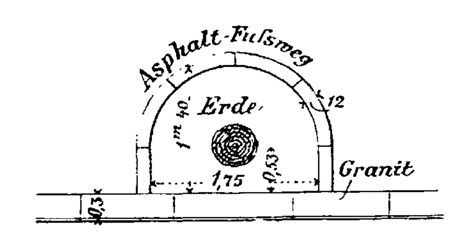


Abb. 79. *Baumscheiben in Zürich.*



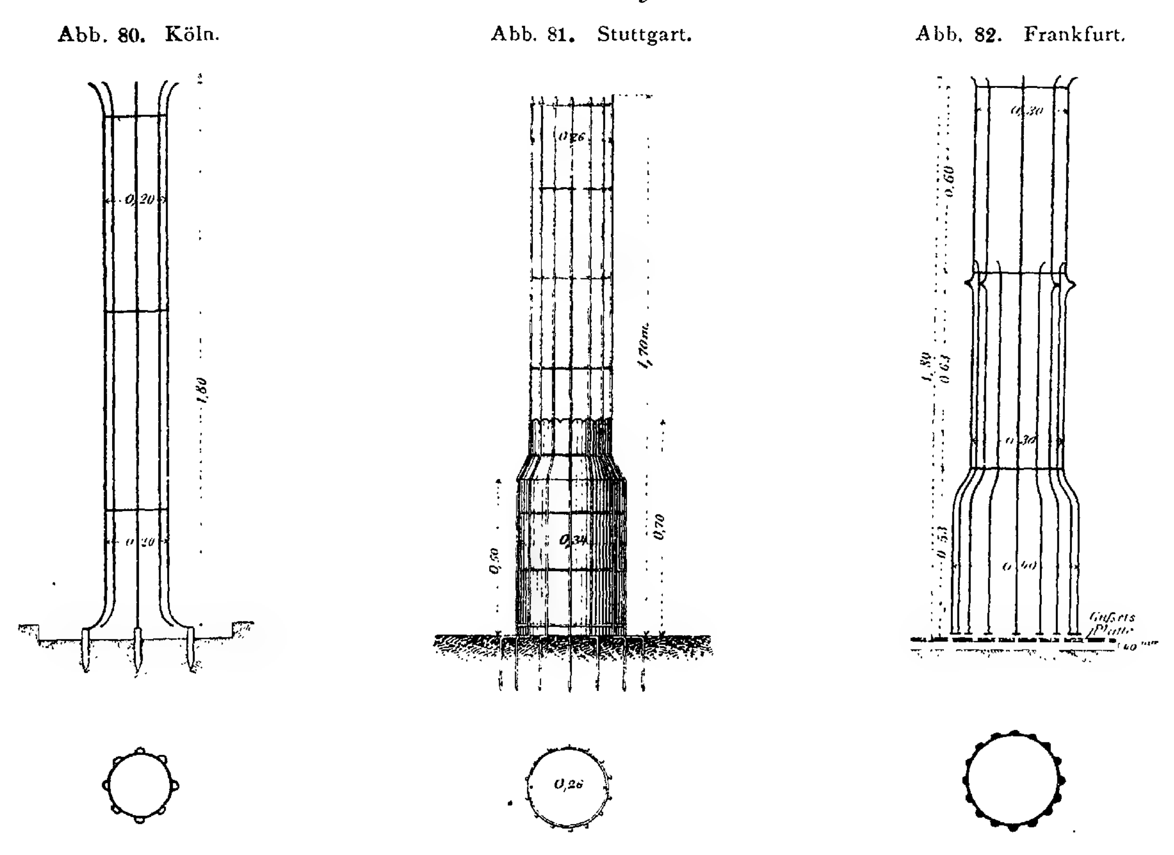
Die Oberfläche dieser Baumscheiben wird 1 bis 2 cm tiefer gehalten, als diejenige des Fufswegs, um eine Begiefsung der Bäume bei trockenem Wetter zu erleichtern. Die Oberfläche ist von Zeit zu Zeit umzuhacken, um das Eindringen des Wassers zu befördern. Man trifft auch gufseiserne durchbrochene, zum Teil reich verzierte Platten als Abdeckung der Baumscheiben angewendet, unter diesen kann dann unbeschadet des Verkehrs auf dem Fufswege ein Hohlraum von 4 bis 6 cm Tiefe bleiben, so dafs das Begiefsen erleichtert ist (Paris, Frankfurt a. M. u. s. w.). Für stark begangene Strafsen wird sich letztere, wenn auch teuere Anordnung empfehlen. Man hat auch, um das Wachstum der Bäume zu fördern, am Rande der Baumscheiben senkrechte Röhren in diese eingesetzt, welche bis zum Untergrund reichen und zum Eingiefsen des Wassers benutzt werden. Diese Anordnung hat sich aber nicht bewährt, da die Baumwurzeln sich gegen die Röhren hinziehen, in diese hineinwachsen und sie bald vollständig verstopfen.

Die jungen Bäume müssen wenigstens in den ersten Jahren vor Beschädigung geschützt werden und können als Baumgitter einfache Lattenzäune oder Weidengeflechte Verwendung finden, welche etwa 1,5 m hoch, oben 0,2, unten 0,4 m weit sind. Besser sind eiserne, runde Zäune, welche entweder aus verzinkten Eisendrahtgeflechten, die auf eiserne Rahmen gespannt sind, oder aus einzelnen lotrechten Stäben bestehen, welche durch mehrere Ringe festgehalten werden. Für gröfsere Städte eignen sich Holzgitter ihres plumpen Aussehens wegen nicht; die wenn auch teureren Eisengitter sind vorzuziehen. Da, wo die Bäume in der Fahrbahn selbst stehen, oder an Orten, wo Märkte abgehalten werden, sind die Umfriedigungen stärker zu wählen, auch empfiehlt es sich, die Schutzgitter bei schon erstarkten Bäumen zu belassen. Als Beispiele seien angeführt die in Köln üblichen Schutzgitter (s. Abb. 80, S. 296), welche 13 kg wiegen und 5,30 M. das Stück kosten, ferner die in neuerer Zeit in Stuttgart angewendeten (s. Abb. 81), welche unten einen geschlossenen Blechmantel von 0,7 m Höhe zeigen und aus Stäben

von geflochtenem Draht bestehen. Preis verzinkt 8 M. f. d. Stück.[94]) Ein stärkeres in Frankfurt ausgeführtes Schutzgitter zeigt Abb. 82.

Abb. 80 bis 82. *Schutzgitter.* M. 1 : 30.

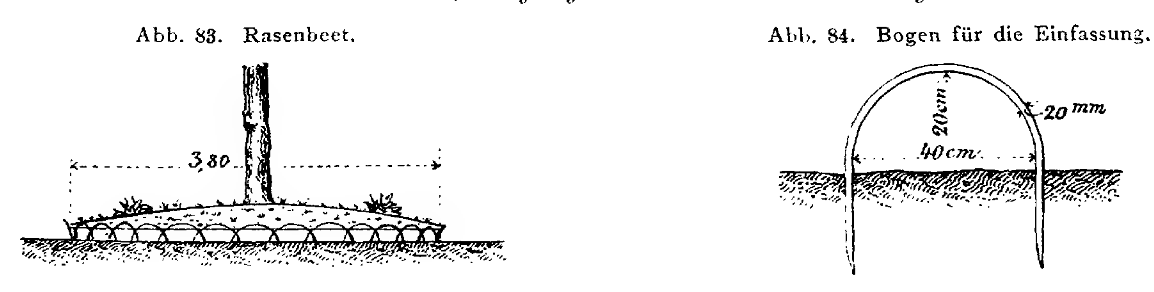
Abb. 80. Köln. Abb. 81. Stuttgart. Abb. 82. Frankfurt.



Bei Baumpflanzungen an Prachtstrafsen, wo es an genügender Breite nicht fehlt, empfiehlt es sich, die Bäume entlang der ganzen Strafse in Rasenstreifen oder wenigstens in Rasenbeete zu versetzen, weil in diesem Fall dem Baum die zum Wachstum unentbehrliche Durchlüftung und Durchfeuchtung der Wurzeln am sichersten gewährt, auch eine Beschädigung durch äufsere Angriffe ausgeschlossen ist. Bei erstarkten Bäumen können hier Baumgitter erspart werden. Als Beispiel mag die Hirschgrabenstrafse in Bern dienen, deren Rasenstreifen 1,50 **m** breit sind und in Abständen von 10 **m** je 5 **m** breite Durchgänge offen lassen, ferner die in Abb. 83 u. 84 dargestellte Anordnung in Stuttgart, wo die Bäume auf einer runden Rasenfläche von 3,8 **m** Durchmesser stehen. Um eine gleichmäfsige Durchfeuchtung zu erreichen, können die einzelnen Baumgruben durch Sickerdohlen miteinander verbunden werden.

Abb. 83 u. 84. *Umfriedigung von Rasenbeeten in Stuttgart.*

Abb. 83. Rasenbeet. Abb. 84. Bogen für die Einfassung.



Auf Luxusstrafsen sind gewöhnlich die Spazierwege mit leichter Chaussierung versehen, die noch ziemlich durchlassend für das Regenwasser ist, so dafs den Bäumen

---

[94]) Siehe Preisverzeichnis von Holzinger in St. Avold (Lothringen).

neben den Baumscheiben noch genügend Wasser zuströmt. Diese Spazierwege werden deshalb immer einen schöneren Baumwuchs aufweisen, als die in gewöhnlichen Strafsen stehenden Baumreihen (s. oben).

Aufser dem in vielen Städten nicht abzuhelfenden Wassermangel ist ein gefährlicher Feind des Baumsatzes das aus undichten Stellen der Gasleitungen ausströmende Gas zu bezeichnen. Das Gas dringt in die Erdschichten ein und tötet bald den Baumwuchs; es dürfen deshalb die Gasröhren nicht in zu grofser Nähe des Baumsatzes verlegt werden, ein Abstand von rund 10 **m** erscheint wünschenswert. Genzmer schlägt vor, die Gasröhren mit einem Mantel von Kies oder Steinschlag zu umgeben und in passenden Abständen Entlüftungsröhren anzubringen, die etwa ausströmende Gase in die Luft ableiten.[95])

Diejenige Stadt, welche wohl die schönsten und ausgedehntesten Baumanlagen zeigt, ist die Hauptstadt der Vereinigten Staaten Nordamerikas, Washington, in welcher fast alle Strafsen, auch die meisten Hauptstrafsen, mit üppig gedeihenden Bäumen besetzt sind. Man sieht allerdings häufig, dafs die Baumwurzeln den Asphalt der Fufswege in die Höhe drängen, aber der Gesamteindruck ist ein aufserordentlich wohltuender, namentlich unter Einwirkung der überall in der Stadt verteilten kleinen Parkanlagen (s. unten).

2. Vorgärten. Die Anlage von kleinen Gärten vor den Häusern ist nur in Strafsen, in welchen kein starker Geschäftsverkehr herrscht, angezeigt, bietet dagegen in Strafsen, in welchen sich Verkaufsläden befinden, unangenehme Hindernisse (Potsdamer Strafse in Berlin).

Die Breite der Vorgärten schwankt von etwa 3 bis 15 **m**. Selbst bei der geringsten Breite wird durch die Gartenanlage für die Bewohner der Häuser sowohl, als für das Aussehen der Strafsenanlagen ein grofser Vorteil gewonnen. (Beispiel Friedrich-Wilhelmstrafse in Berlin, Fahrbahn 15 **m**, zwei Fufswege je 5,5 **m**, zwei Vorgärten je 3,0 **m**, zusammen 32 **m**). In dem oben angeführten Aufsatze[96]) verlangt Stadtbaurat Genzmer eine geringste Breite der Vorgärten von 5,5 **m**, weil sonst die Vorgärten nicht mehr als eigentlicher Garten ausgenutzt werden können, immerhin bieten auch schmale Vorgärten den Vorteil, dafs sie bei vermehrtem Verkehr auf der Strafse die Erbreiterung der letzteren noch ermöglichen, ein Fall, der schon sehr häufig praktische Bedeutung erlangt hat.

Bei geringer Breite der Vorgärten darf keine zu dichte Bepflanzung stattfinden, wogegen in solchen Strafsen, welche eine geräumige Anlage der Vorgärten ermöglichen, Baum- und Gesträuchpflanzungen verwendet werden können, ohne dafs die Strafsenanlage darunter leidet. (Beispiel Bremen, „Aufser der Schleifmühle“, Fahrbahn 6,3 **m** breit, zwei Fufswege von je 5,0 **m**, Vorgärten je 15 **m**.)

Vorgärten haben auch den Vorteil, dafs in verhältnismäfsig schmalen Strafsen eine Baumpflanzung möglich wird. Die Bäume erfordern dann nicht mehr Fufswege von 6,0 **m** Breite, sondern es genügen solche von 3 bis 4 **m**; an Strafsenbreite kann weiter dadurch gespart werden, dafs man unsymmetrische Strafsenprofile wählt, mit Baumsatz auf einer Seite (der Sommerseite). Genzmer schlägt das in Abb. 13, Taf. X dargestellte Profil vor[97]), das ganz zweckmäfsig gewählt ist. Trotz der geringeren

---

[95]) Genzmer, Der städtische Tiefbau. S. 282.

[96]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 19.

[97]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 20.

Strafsenbreite erscheint das Wachstum der Bäume gesichert, da von den Vorgärten aus Wasser genug in den Boden gelangen kann, um den Bäumen die nötige Feuchtigkeit zuzuführen. Abb. 14, Taf. X zeigt eine Strafse mit Vorgärten und Baumpflanzungen auf beiden Seiten, wobei eine Strafsenbreite von etwa 14,0 m und ein Abstand der Häuserfluchten von 25,0 m nötig ist. In Abb. 15, Taf. X ist eine Strafse mit Mittelgang dargestellt, wobei die Gesamtstrafsenbreite 30,0 m beträgt. Eine in den Wohnvierteln von Buffalo liegende Strafse, welche in Abb. 25, Taf. X dargestellt ist, zeigt die hübsche Anordnung, dafs die beiderseitigen Fufswege je mit zwei Baumreihen besetzt sind, somit dem Fufsgänger angenehmen Schatten bieten. Ein derartiger Baumsatz ist nur da möglich, wo Vorgärten vorhanden sind, die Gesamtbreite der Strafse beträgt 28,0 m, der Abstand der Häuserfluchten 33 m.

Wie oben im § 4 unter 6. (S. 244) angeführt, haben Vorgärten auch den Vorteil, dafs mehr Abwechselung in die Häuserfluchten gebracht werden kann, da diese nicht notwendig durchlaufend gleichen Abstand von Fufswegrand zu haben brauchen. Die bei einzelnen Gebäuden angewendeten Flügelbauten können mehr oder weniger vor anderen Gebäudeteilen zurücktreten und wird dadurch für den Architekten mehr Spielraum in der Ausbildung der Fassade gegeben. Nicht zulässig erscheint allerdings die Schrägstellung einzelner Hausfronten gegen den Fufswegrand.

3. Öffentliche Gartenanlagen. Sowohl an Strafsen, als auch an öffentlichen Plätzen ist stets darauf Bedacht zu nehmen, diejenigen Teile, welche für den Verkehr oder sonstige Bedürfnisse nicht erforderlich sind, anzupflanzen, wodurch sowohl das Aussehen einer Stadt, als auch deren gesundheitliche Verhältnisse verbessert werden. Solche Anlagen sind mit gröfster Sorgfalt zu unterhalten, da nur in diesem Fall auf die nötige Schonung seitens des Publikums zu rechnen ist. Polizeiliche Aufsicht nutzt hier nicht viel, die Anlage mufs durch ihr eigenes wohlgeordnetes Aussehen erzieherisch auf solche Kreise der Bevölkerung wirken, aus deren Mitte etwa Beschädigungen zu befürchten sind. Das Zutreffende dieser Auffassung beweisen mannigfache Erfahrungen[98]), so namentlich auch die in Paris oft auf kleinstem Raume ohne Einfriedigung angebrachten Pflanzungen, in welchen nicht die geringste Beschädigung zu bemerken ist. Als Zierde solcher öffentlichen Anlagen dienen vielfach Springbrunnen (s. Abb. 20, Taf. X u. Abb. 4, Taf. XI), ferner werden zweckmäfsig Bedürfnisanstalten in solchen Anlagen untergebracht.

Die Frage, womit man die Plätze bepflanzen soll, mit einfachem Rasen oder Gebüsch, mit Blumenbeeten oder auch mit einzelnen Bäumen, ist je nach dem besonderen Fall verschieden zu beantworten. Das einfachste sind wohl Rasenflächen mit einzelnen Gebüschgruppen, Blumenbeete erscheinen mehr als Luxusanlagen, die nur für besondere Fälle passen. Einfacher Baumsatz wird sich am besten für Spielplätze, unter Umständen auch für Marktplätze empfehlen, es kann aber auch angezeigt sein, Architekturplätze mit einzelnen Bäumen zu besetzen[99]), diese schaden der architektonischen Wirkung der an den Plätzen stehenden Gebäude nicht, wenn sie richtig angeordnet sind.

Beim Setzen der Bäume darf mit Einbringen von gutem Boden auf genügende Breite und Tiefe nicht gespart werden. Wenn die Bäume auf dem Fufswege stehen, ist man allerdings auf die Abmessungen der Baumscheiben beschränkt.

Die Wahl der Arten der anzupflanzenden Bäume hängt vom Klima und vom Standorte ab. Kastanienbäume haben ein rasches Wachstum, eignen sich aber wegen ihrer dichten Belaubung mehr für freie Plätze, für die gewöhnlichen Strafsen werden sich in unserem Klima eher Ulme und Ahorn eignen, in Stuttgart ist in letzter Zeit der langblätterige Ahorn *(Acer negundo)* mehrfach gepflanzt worden,

---

[98]) Siehe Verwaltungsbericht des Berliner Magistrats von 1880, S. 26.

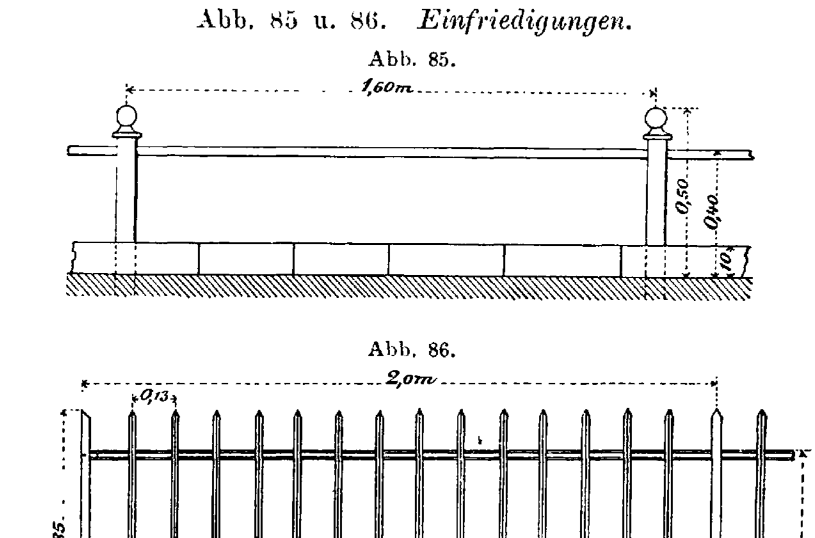
[99]) Vergl. Genzmer, Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 36.

dieser leidet aber zu sehr bei Sturm und Regen. Auf anderen Strafsen hat man abwechselnd Kugelakazien und Ulmen verwendet, welche gut aussehen und kräftiges Wachstum zeigen. In einigen Städten Kaliforniens sind Juccapalmen und Eukalyptus als Strafsenbäume verwendet worden, da bei dem trockenen Klima andere Bäume nicht fortkommen würden.

Als Beispiel der Ausnutzung von Plätzen zu Gartenanlagen mag angeführt werden der Platz St. Trinité in Paris (Abb. 5, Taf. IX) und der Wettiner Platz in Halle a. S. (s. Abb. 30, S. 237), welcher trotz seiner durch die schneidenden Diagonalstrafsen entstandenen ungünstigen Form mit Kinderspielplätzen und Rasenplätzen mit Strauchpartien ganz zweckmäfsig ausgestattet ist. Sehr schöne Ausbildung kleiner durch Einmündung von Strafsen sich bildenden Plätze in Verbindung mit gröfseren Parkanlagen und Baumpflanzungen zeigt die Stadt Washington (vergl. Abb. 18, Taf. IX).

4. Einfriedigungen von Gartenanlagen auf städtischen Strafsen und Plätzen werden nicht ganz zu entbehren sein, obgleich man sie mit möglichster Beschränkung anwenden sollte. Der Hauptschutz gegen die Beschädigung derartiger Anlagen soll nicht aus einer unüberschreitbaren Schranke bestehen, sondern es soll durch diese vorzugsweise die Erziehung des Publikums zur Ordnung erreicht werden, gegen böswillige Beschädigungen schützen auch starke Gitteranlagen nicht. Am ehesten verlangen noch eines Schutzes gröfsere Gartenanlagen mit Blumenbeeten, namentlich auch um das Eindringen von Hunden zu verhüten. Die Einfriedigungen sind leicht und niedrig zu halten, um den Einblick in die Anlagen nicht zu stören. Einfache Eisengitter oder auch Drahtgeflechte sind hier angezeigt (s. Abb. 86).

Abb. 85 u. 86. *Einfriedigungen.*



Sollen Rasenflächen eingefriedigt werden, so genügt ein einfacher Draht, der in etwa 30 **cm** Höhe über dem Boden durch kleine Holzpflöcke von 1,5 **m** Abstand durchgezogen ist. Da der Draht leicht übersehen wird und zu Stürzen Veranlassung geben kann, so sind eiserne Stangen von rund 15 **mm** Stärke vorzuziehen, welche an Holzpfosten befestigt sind (s. Abb. 85). Eine zweckmäfsige Einfassung von Rasenbeeten oder Baumscheiben erreicht man auch durch kleine gufseiserne oder schmiedeiserne Bogen von rund 30 **cm** Durchmesser und 15 **cm** Höhe, wie aus Abb. 83 u. 84 (S. 296) zu ersehen ist.[100])

§ 11. Unterbringung der Strafsenbahnen, Hochbahnen und Radfahrwege in städtischen Strafsen.

1. Strafsenbahnen. Die für Aufnahme der Trambahngleise erforderliche Änderung des Strafsenunterbaues ist im § 7 beschrieben, die Ausbildung der Schienenstränge

---

[100]) Gitter in verschiedenster Form liefert die Rasengitterfabrik Lamperz in Köln-Draunsfeld (s. Katalog mit Preisliste No. 20, 29 u. 30).

ferner im Kap. III, hier soll nur über die beste Lage im Strafsenquerprofil das Nötige besprochen werden. Die Streitfrage, ob das Trambahngleis in die Strafsenmitte oder an den Fufswegrand zu verlegen sei, ist in mehreren Aufsätzen erörtert worden.[101]) Im Falle der Verlegung in die Strafsenmitte sind die Personen, welche die Trambahn benutzen, beim Einsteigen und Aussteigen der Gefahr ausgesetzt, von herankommenden Fuhrwerken überfahren zu werden, auch ist das Überschreiten der häufig schmutzigen Strafse für die Fahrenden unangenehm, im zweiten Fall sind die Hausbesitzer schwer geschädigt, Droschken können am Fufswege nicht halten, das Aus- und Einladen von Wagen für Geschäftsläden, das Einbringen von Brennmaterialien in die Gebäude ist aufs höchste erschwert, da die kurze Zeit von rund 3 Minuten zwischen dem Eintreffen der Wagen nicht hinreicht, um schwere Gegenstände ein- und auszuladen. Die etwaige Abfuhr der Fäkalien mufs auf die Nachtstunden verlegt werden. Hier mufs offenbar das Interesse der Trambahn gegen das der Hausbesitzer zurücktreten; es wird nicht zu bestreiten sein, dafs bei beiderseits angebauten Strafsen mit einfacher Teilung die Trambahn von den Fufswegen fern zu halten ist. Ist die eine Strafsenseite nicht angebaut, so wird dagegen die Trambahn an den nicht angebauten Fufsweg zu legen sein. Dasselbe gilt auch für mehrfach geteilte Strafsen, z. B. für eine Strafse mit 2 Fahrbahnen, wo die Gleise an die trennende Promenade gelegt werden (s. Abb. 25, Taf. XI). Der Vorschlag von Schimpff, in diesem Fall die Bahnen auf die Promenadestreifen zu verlegen (s. Abb. 24, Taf. XI), dürfte weniger zweckmäfsig sein. Der Mittelstreifen kann dann weder als Promenade noch als Fahrstrafse voll ausgenützt werden, wenn auch zugegeben werden mag, dafs die Betriebssicherheit auf der Strafse in diesem Fall gewinnt. Im ersten Fall (Abb. 25) schlägt Schimpff vor, die Fahrrichtung von rechts nach links zu verändern, es ist dies aber unnötig, sobald man das Linksaussteigen gestattet. Unserer Ansicht nach sollte man das Linksaussteigen überhaupt gestatten, bei einspuriger Bahn ist es ja ganz gleichgiltig, bei zweispuriger nicht gefährlich, wenn die Gleise wenigstens 3,0 m Abstand haben, bei geringerem Abstand (bei Ausweichen), wo etwa ein Zusammenstofs eines Fahrgastes mit dem Strafsenbahnwagen möglich wäre, reicht eine Zurechtweisung des Schaffners aus.

In Stuttgart sind seit einigen Jahren die sämtlichen 4 Eingänge der Trambahnwagen zum Einsteigen und Aussteigen freigegeben. Unfälle sind selten, obgleich auf den zweigleisigen Strecken und an den Ausweichplätzen einspuriger Anlagen die Gleise nur eine Entfernung von 2,5 m haben. Die Freiheit der Bewegung gibt den besten Schutz für das fahrende Publikum ab, nicht die hindernde Polizeimafsregel.

Wichtiger noch, als die Lage der Trambahnen im Strafsenquerprofil erscheint die richtige Auswahl der Strafsenzüge, in welche die Trambahnen einzulegen sind. Erfahrungsgemäfs vermeidet der durchgehende Verkehr, und zwar sowohl der Güterverkehr, als auch Droschken u. s. w. die Benutzung schmaler Strafsen, in welche Trambahngleise gelegt sind. Man bringe deshalb Trambahnen in solchen Strafsen unter, die entweder genügende Breite haben, um den Durchgangsverkehr noch zuzulassen, oder verlege sie in Nebenstrafsen, die der Durchgangsverkehr ohne zu grofse Umwege vermeiden kann (vergl. hierüber Kap. III).

Hiernach wird sich die Frage der Unterbringung der Trambahngleise folgendermafsen beantworten lassen:

---

[101]) Schimpff. Deutsche Bauz. 1898, S. 314. — Blum. Ebenda 1898, S. 624. — Dietrich. Ebenda 1899, S. 3. — Hercher. Ebenda 1899, S. 117.

Wird die nötige Fahrbahnbreite für ein Fuhrwerk oder einen Trambahnwagen zu 2,5 m angenommen, so wird man, wenn die Fahrbahn einer Strafse unter 5 m beträgt, die Trambahn in die Mitte legen müssen, bei Breiten der Fahrbahn von 5,0 bis unter 7,5 m ist die Trambahn nahe an den einen Fufsweg zu legen, wobei dann allerdings die Hausbesitzer dieser Seite sehr geschädigt sind, wenn man nicht, wie es in Heidelberg geschehen ist, zwei Gleise je neben den Fufswegen anbringt und das eine des Morgens, das andere Nachmittags benutzt. Bei 7,5 m breiter Fahrbahn liegt das Gleis naturgemäfs wieder in der Mitte der Strafse, die beiderseits freibleibenden Streifen haben für den Durchgangsverkehr und für stehenbleibende Fuhrwerke zu dienen. Erhöht sich die Breite auf 10 m, so wird die Trambahn besser seitlich gerückt, so dafs einerseits ein Streifen für ein stehenbleibendes Fuhrwerk, auf der anderen Seite eine Fahrbahn von zwei Breiten für den Durchgangsverkehr frei bleibt (s. Abb. 12, Taf. XI). Bei Strafsen mit gröfserer Breite kann es dann wieder zweckmäfsiger sein, die Trambahn in der Mitte der Strafse unterzubringen. Die Lage bei mehrfacher Teilung der Strafsen ist schon oben besprochen, am besten liegen die Trambahnen hart am Fufsweg der Promenaden (s. auch Abb. 23 u. 28, Taf. X, Brüssel).

Die Verlegung der Gleise in die Strafsenmitte hat den Vorteil, dafs die Schienen, ohne dem Seitengefälle der Strafse Zwang anzutun, wagerecht gelegt werden können, bei seitlicher Lage wird immerhin die Entwässerung des Strafsenplanums notleiden. Als passende Entfernung der Gleisachse vom Fufswegrandstein wird das Mafs von 1,50 m anzunehmen sein, und zwar sowohl für Normalspur als auch für Schmalspur, da die Wagenbreite in beiden Fällen fast dieselbe ist.

Es ist einleuchtend, dafs die Trambahngleise nicht über Gas- oder Wasserleitungsröhren, Hydrantenschächte u. s. w. angebracht werden dürfen, bezw. müssen die genannten Leitungen verlegt werden, wenn sie zu nahe an die Bahngleise treffen würden.

In neuerer Zeit hat der elektrische Motor die Pferde fast ganz von den Trambahnen verdrängt, die Strafse erleidet hierdurch geringere Abnutzung als vorher, immerhin bleibt aber der Nachteil der ungleichmäfsigen Abnutzung der Strafse gegenüber dem von Trambahngleisen freibleibenden Strafsenplanum. Eine weitere Schwierigkeit bildet die Anbringung der Arbeitsdrähte der mit Oberleitung versehenen elektrischen Bahnen, die ja bekanntlich gegenwärtig vorzugsweise in Anwendung sind. Die Drähte beeinträchtigen das Strafsenbild namentlich in gekrümmten Strafsenstrecken durch die nötigen Spanndrähte und durch die von Haus zu Haus anzubringenden Aufhängedrähte. Wo die Strafsenfluchten nicht angebaut sind oder wo Vorgärten sich befinden, müssen die Aufhängedrähte an Pfosten befestigt werden (s. Abb. 87, S. 302), welche auf dem Fufswegrand etwa in gleichem Abstand wie die Strafsenlaternen anzubringen sind (0,6 m). Die Säulen sind von Eisen in gefälliger Form auszuführen. Da wo die Trambahn dem Fufsweg entlang läuft, können die Aufhängedrähte durch Ausleger ersetzt werden (s. Abb. 88, S. 302).[102])

In breiten Strafsen mit zwei Trambahngleisen hat man häufig die Arbeitsdrähte durch Säulen unterstützt, welche frei in der Strafsenmitte stehen und beiderseits mit Auslegern versehen sind. Diese Anordnung bildet ein Verkehrshindernis auf der Strafse, das allerdings nicht stark ins Gewicht fällt, da das Fuhrwerk nur selten die Gleisflächen zu berühren hat, aber die Einrichtung leidet auch an dem Mangel, dafs das Ein- und Aussteigen in die Wagen und das Heraussehen aus den Fenstern gefährlich ist, es

[102]) Mannesmann-Röhren-Stahlwerke Düsseldorf.

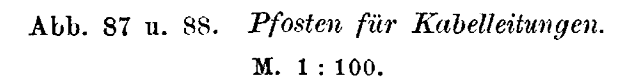
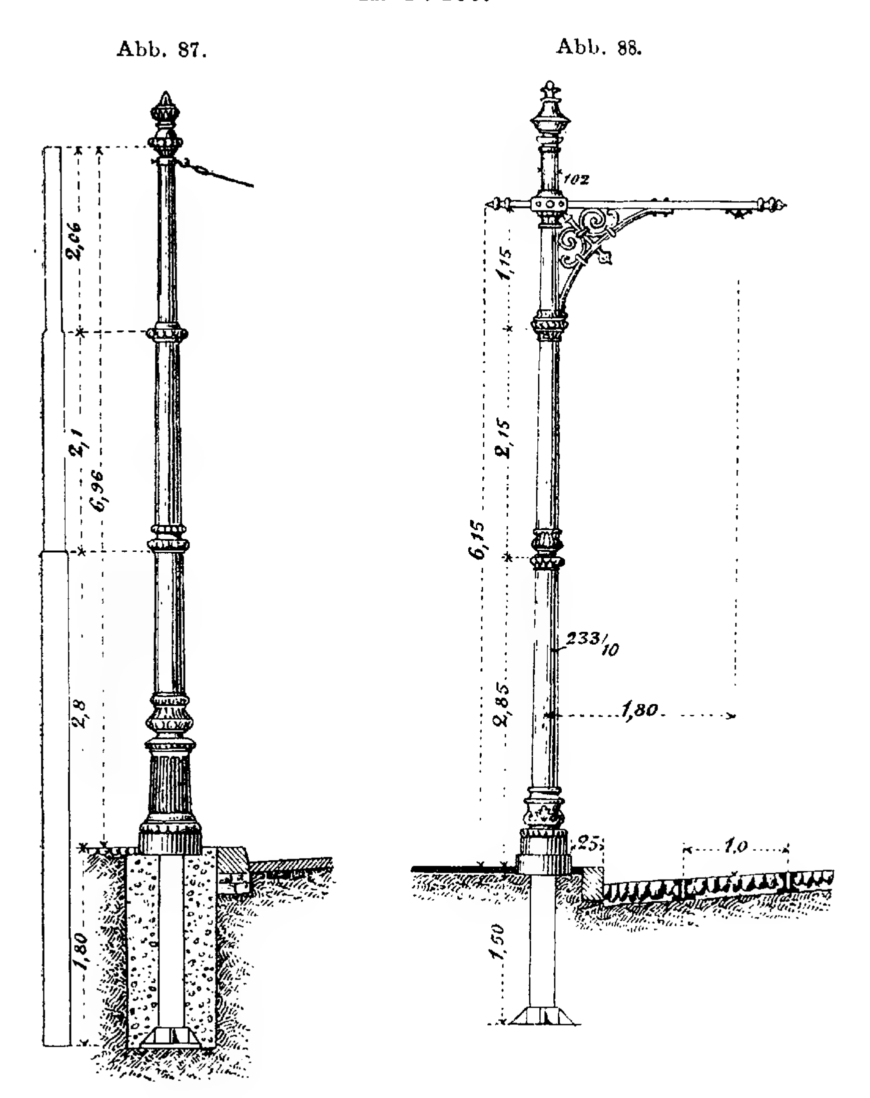


Abb. 87 u. 88. *Pfosten für Kabelleitungen.*
M. 1 : 100.



müssen die Gleise eine Entfernung von wenigstens 3,0 m erhalten, um die Gefahr zu vermindern. In Amerika sieht man die Anordnung häufig (Milwaukee und andere, s. Abb. 13, Taf. XI), auch in Stuttgart waren solche Ständer in der Neckarstrafse angebracht, sie mufsten aber entfernt werden, weil mehrfach Unglücksfälle beim Ein- und Aussteigen entstanden sind. Jetzt bestehen solche freistehenden Säulen nur noch auf der Haupthaltestelle am Schlofsplatz. Es haben aber hier die Gleise einen Abstand von 4,0 m, wobei noch keine Unzuträglichkeiten sich gezeigt haben. Die Säulen bilden kein Hindernis für den Strafsenverkehr, da sie in der Strafsenmitte stehen, die von Fuhrwerken selten benutzt wird. Immerhin dürfen Säulenfüfse nicht fehlen (s. Abb. 14, Taf. XI), damit die Achsen der Fuhrwerke von den Säulen ferngehalten werden.

Bezüglich der Höhenlage der Arbeitsdrähte über der Strafsenoberfläche wird das Mindestmafs von 5,0 m zu verlangen sein, damit ausladende Gegenstände ungehindert auf der Strafse bewegt werden können. Bei dem Ausbruch von Bränden wird es allerdings häufig nötig werden, behufs ungehinderter Bewegung der Feuerleitern die Drähte zu durchschneiden.

Lokomotivbahnen eignen sich nicht für städtische Strafsen, die Gefahr für den gewöhnlichen Strafsenverkehr ist doch gröfser, namentlich mit Rücksicht auf das Scheuwerden der Pferde, auch leidet durch das Ausfliefsen des Abwassers die Reinlichkeit. Wenn man dennoch gröfsere Geschwindigkeit auf den Trambahnen verlangt, so bleibt nichts übrig, als Untergrundbahnen oder Hochbahnen auszuführen, die dann noch den Vorteil haben, dafs der Bahnverkehr sich unabhängig vom Strafsenverkehr vollzieht und die Strafsenoberfläche ganz dem Fuhrwerkverkehr verbleibt.

2. **Untergrundbahnen** sind diejenigen Bahnen, welche den Strafsenverkehr in natürlichster Weise entlasten, weil sie mit der Strafse in keine unmittelbare Berührung kommen und keine Strafsenteile in Anspruch nehmen. Sie liegen der Natur der Sache nach ganz im Tunnel, teils unmittelbar unter der Strafse, teils wohl auch unter Gebäuden oder anderem Baugelände aufserhalb der Strafsen. Ihre Oberbaukonstruktion hängt nur vom gewählten Motor ab und steht in keiner Verbindung mit dem Oberbau der Fahrstrafse. Wir sind deshalb der Ansicht, dafs diese Bahnen nicht

als Strafsenbahn, sondern als eigentliche Eisenbahn zu behandeln sind, deren Beschreibung teils in den Tunnelbau, teils in den Eisenbahnbau gehört. Es ist richtig, dafs die Untergrundbahn mit einer Menge von Bauteilen der Strafse (Gas-, Wasser- und anderen Leitungen) in Berührung kommt, deren Verlegung öfters grofse Schwierigkeiten macht, aber wir können uns hiermit so wenig beschäftigen, wie mit den Durchkreuzungen der Entwässerungsanlagen, alle diese Arbeiten bieten besondere Erwägungen dar, die jedesmal besonders zu prüfen sind, und höchstens die Anlage der Zugänge zu den unterirdischen Bahnhöfen wird unter Umständen auf die Strafsenausbildung selbst von Einflufs sein.

3. **Hochbahnen** oder Viaduktbahnen sind insofern hier zu besprechen, als die sie unterstützenden Konstruktionen auf das Strafsenplanum treffen. Die meisten Hochbahnen weist New-York mit Brooklyn und New-Jersey auf, wo solche schon seit längerer Zeit angelegt sind, in Berlin ist eine derartige Bahn vor kurzer Zeit eröffnet worden. Die Anordnung der Bahn in der Strafsenmitte auf einem Gerüst (s. Abb. 15 u. 16, Taf. XI)[103]), dessen Säulen in der Fahrbahn stehen, kann nur bei sehr breiten Strafsen Platz greifen, der Raum unter der Bahn ist für das Fuhrwerk so gut wie unbrauchbar, man wird die Anordnung aber dann ohne Nachteil wählen können, wenn in mehrfach geteilter Strafse eine Hochbahn ausgeführt werden soll und eine Promenade oder ein Reitweg für die Aufstellung der Bahn benutzt wird (s. unten Berliner Hochbahn).

In einfach geteilter Strafse kann eine Hochbahn so ausgeführt werden, dafs die Unterstützung der Fahrbahn durch eine auf dem Fufswegrand stehende Säule erfolgt, auf welcher mittels Konsolen die Fahrbahnträger aufliegen (s. Abb. 18, Taf. XI). Eine solche Säule kann nur für die Aufstellung eines Gleises dienen; die Säule wird allerdings ziemlich grofse Breite erhalten müssen, um die nötige Standsicherheit zu gewähren, aber das Beispiel der in New-York ausgeführten Bahnen zeigt, dafs für die verhältnismäfsig leichten Trambahnwagen eine derartige Anordnung ohne Schwierigkeit herzustellen ist. Diese Einrichtung ist aber nicht zu empfehlen, weil die am Fufsweg liegenden Gebäude durch die Bahnanlage sehr geschädigt sind durch Lärm und Rauchbelästigung in den oberen und durch Verdunkelung in den unteren Stockwerken. Eher annehmbar erscheint die Anlage der Bahngleise über der Strafsenfahrbahn mit Unterstützung durch Säulen, welche auf dem Fufswegrand angebracht sind, wie auf der Elevated Railway in Brooklyn (s. Abb. 10 u. 11, Taf. XI). Eine unmittelbare Beeinträchtigung des Verkehrs auf der Strafse findet nicht statt, die Hausbesitzer sind weniger geschädigt, aber immerhin bringt die Anordnung noch viele Nachteile mit sich: Verdunkelung der Strafse, häfsliches Aussehen, Gefahr für den Fuhrwerksverkehr durch Scheuwerden der Pferde u. s. w., so dafs man sich wohl dahin wird aussprechen können, dafs eine mit Lokomotiven betriebene Hochbahn nicht in die Strafse, sondern in die Häuserblöcke verlegt werden sollte. Die Kreuzung der verschiedenen Querstrafsen wird der Anlage auf einer Verkehrsstrafse, sei diese noch so breit, vorzuziehen sein. Für New-York ist zuzugeben, dafs die vorhandenen Hochbahnen ein Bedürfnis sind, da die äufseren Stadtteile, welche als Wohnviertel dienen, sonst wegen ihrer grofsen Entfernung von der Geschäftsstadt ganz unbrauchbar wären; ein Verlegen in die Bauquartiere war wegen zu grofser Kosten nicht möglich, aber die Lokomotiven werden wohl auch hier mit der Zeit verschwinden müssen.

Eine Verbesserung der eben beschriebenen Hochbahnen kann nur erreicht werden, wenn statt der Lokomotiven elektrische Kraft für die Bewegung der Züge gewählt

---

[103]) Schiemann, Elektrische Bahnen. Leipzig 1899. S. 98.

wird, wie dies auf der im Jahre 1895 in Chicago erbauten Hochbahn geschehen ist. Auch die im Jahre 1893 in Chicago zur Ausstellung führende Hochbahn hatte bereits elektrischen Betrieb, ebenso eine Hochbahn in New-Jersey, auch die in Berlin zur Ausführung gebrachte Hochbahn hat elektrischen Betrieb erhalten (s. unten). Für die Ausbildung der tragenden Konstruktion, also namentlich der auf dem Strafsenplanum oder dem Fufsweg stehenden Pfeiler ergeben sich hierdurch keine Änderungen, die Vorteile werden aber darin bestehen, dafs ein grofser Teil des Bewegungsgeräusches und die Rauchentwickelung wegfallen, so dafs diese Bahnen immerhin für unsere städtischen Strafsen annehmbarer sind, als Lokomotivbahnen. Man wird für solche Bahnen zu verlangen haben, dafs die Fahrbahnen nach unten vollständig derart verwahrt sind, dafs weder die etwa vom Zuge herabfallenden Gegenstände, noch Wasser auf die Strafse gelangen können.

Die Unterkante der tragenden Konstruktion mufs wenigstens 4,0 m über Strafsenhöhe liegen, es erscheint aber zweckmäfsig, mit Rücksicht auf die Bequemlichkeit des Verkehres für sehr hoch geladene Wagen eine gröfsere Durchfahrtshöhe zu verlangen und es ist das für Berlin vorgeschriebene Mafs von 4,55 m als zweckmäfsig gewählt zu bezeichnen.

Die zur Unterstützung der Fahrbahn bestimmten Pfeiler engen die Fufswege ein, die Abmessungen werden deshalb möglichst klein anzunehmen sein. Als beste Aufstellungsart erscheint wieder wie für Gaslaternen der Fufswegrand; die Abb. 11 u. 17, Taf. XI zeigen einige Anordnungen der Pfeiler der Hochbahnen in Brooklyn und Chicago. Aus diesen Abbildungen geht hervor, dafs die Pfeilerfüfse einen nicht unbeträchtlichen Raum (50 bis 60 cm) in Breite und Länge erfordern, es zeigt aber der Augenschein, dafs trotz des lebhaften Verkehrs in den Strafsen der amerikanischen Städte der Fufsverkehr durch diese Säulen nur unwesentlich beeinträchtigt wird. Ausgedehnteren Raum erfordern aber die Aufgangstreppen zu den Haltestellen der Hochbahnen; dafs die Einschränkung des Verkehrs sich auch hier nicht besonders fühlbar macht, hängt wohl damit zusammen, dafs ein grofser Teil des Strafsenverkehrs sich den Hochbahnen zuwendet, und diese den Strafsenverkehr entlasten.

Die neue Berliner Hochbahn befindet sich insofern in günstiger Lage, als sie auf grofse Längenausdehnung auf Strafsen gelegt werden konnte, welche mit einer Mittelpromenade versehen waren, die unmittelbar zur Aufnahme der Bahn benutzt werden konnte, so dafs eine Beeinträchtigung des Strafsenverkehrs in keiner Weise eintrat, auch die an der Strafse liegenden Gebäude durch ihren grofsen Abstand vom Verkehr auf der Bahn und vom elektrischen Betrieb wenig belästigt sind.[104]) Der Bahnoberbau ist nach unten durch Blechschalen wasserdicht abgedeckt, eine Kieslage zwischen den Schwellen und der Blechabdeckung wirkt wesentlich schalldämpfend, so dafs die Promenade auch noch nach Ausführung der Bahn für Spaziergänger benutzbar bleibt.

Auf der Gitschiner Strafse, welche einen Mittelbahnsteig von 5,5 bezw. 6,0 m mit 2 nebenliegenden Fahrbahnen von 8,5 m hat (s. Abb. 89 u. 90), liegt die Hochbahn auf Stützen aus lotrechten Säulen in 3,9 m Abstand von Mitte zu Mitte, die 7,0 m breite Fahrbahn ragt noch um etwas in die Strafsenfahrbahn herein, was aber insofern ohne Bedeutung ist, als die Schienenoberkante 6,0 m über der Strafse liegt, somit immer noch genügende Höhe für den Fuhrwerksverkehr vorhanden ist.

---

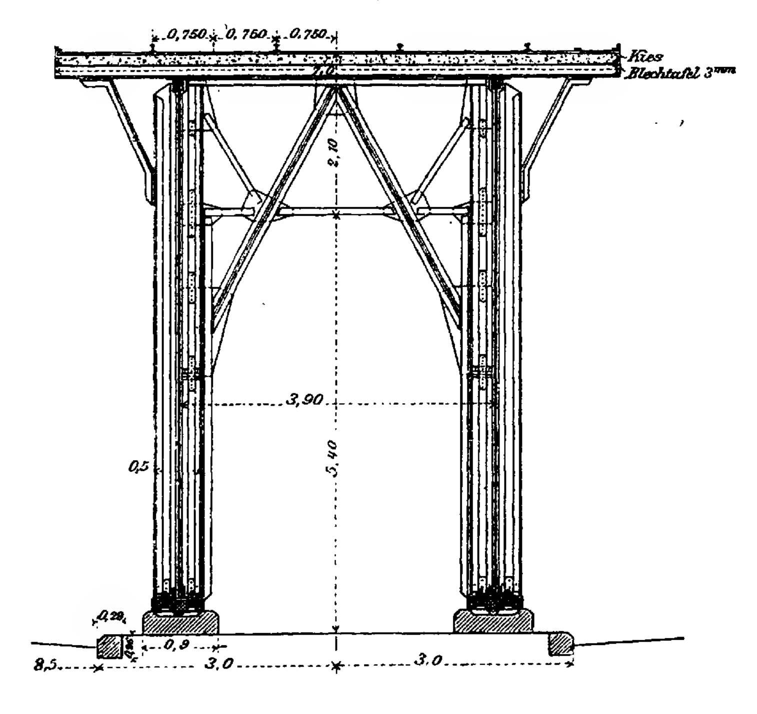
[104]) Die elektrische Hoch- und Untergrundbahn in Berlin von Siemens & Halske. Deutsche Bauz. 1901, S. 520, 561 u. f. — Siemens & Halske, Hoch- und Untergrundbahn. Berlin 1902 (Broschüre).

Abb. 89. *Anordnung der Hochbahn in der Gitschiner Strafse in Berlin.* M. 1 : 250.



Auf der Bülowstrafse haben die Mittelpromenaden eine Breite von 11,5 **m**, die Stützen der Hochbahn wurden hier etwas gespreizt, so dafs der auf der Promenade vorhandene Fufsweg unverändert beibehalten werden konnte und die Pfeilerfüfse in die den Fufsweg begrenzenden Rasenstreifen treffen (s. Abb. 91 u. 92).

Abb. 90. *Viadukt der Berliner Hochbahn in der Gitschiner Strafse.* M. 1 : 120.



Zu erwähnen ist noch der Übergang der Hochbahnstrecke in denjenigen Teil der Bahn, der als Untergrundbahn ausgeführt werden mufste. Der Übergang erfolgt (auf dem Nollendorf-Platz) mittels einer Rampe von 1 : 32, welche zunächst als Strafseneinschnitt auftritt, bis die nötige Höhe für den Tunnel erreicht ist. Der Einschnitt erfordert eine Breite von 6,44 **m** (s. Abb. 93, S. 306); an ihn schliefsen sich Fufswege an, welche durch Geländer vom Einschnitt getrennt sind. Selbstverständlich mufs für derartige Anlagen eine Strafsenstrecke ausgewählt werden, auf welcher beiderseits noch genügender

Abb. 91. *Viadukt der Oststrecke der Berliner Hochbahn.* M. 1 : 120.

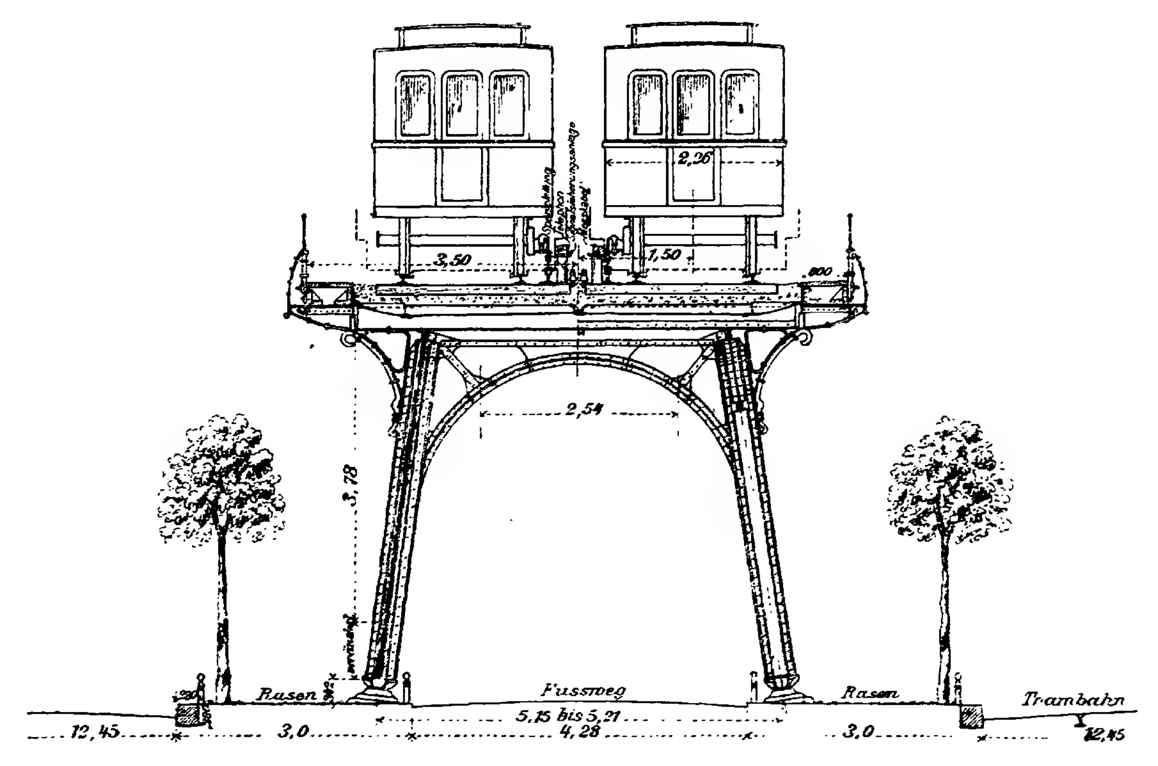


Abb. 92. *Längenschnitt des Viaduktes der Oststrecke.*

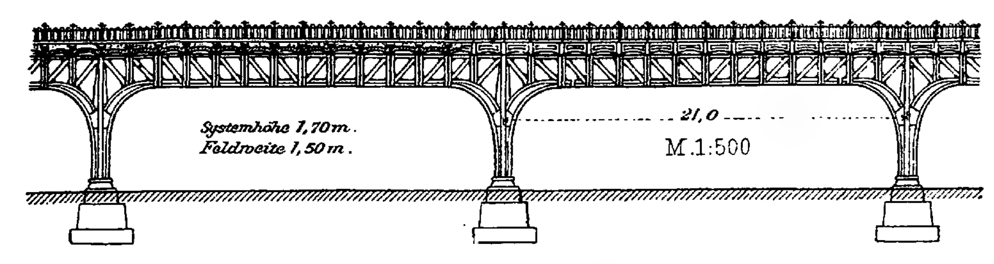
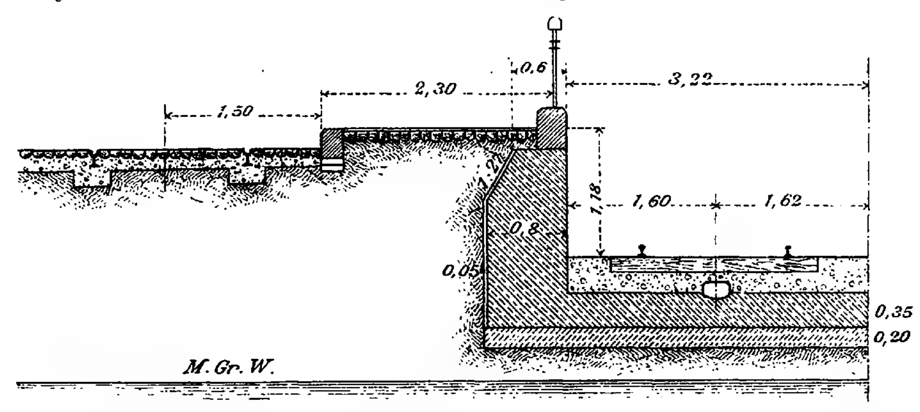


Abb. 93. *Einführung der Berliner Hochbahn in die Untergrundbahn am Nollendorf-Platz.* M. 1 : 100.



Raum für die Strafsenfahrbahnen übrig bleibt.[105]) Die Rampen sind ferner so anzuordnen, dafs deren Länge eine Baublockbreite nicht überschreitet, damit die kreuzenden Strafsen nicht mehr in den Bereich der Rampe fallen.

Ein Teil der Berliner Hochbahn (Halle'sches Ufer) konnte auf den Böschungen des Kanals untergebracht werden. Eine Einengung der Strafse ist hier nur dadurch entstanden, dafs die 0,5 m breiten Säulen auf den äufseren Rand des Strafsenfufsweges zu stehen kamen, was offenbar keine wesentliche Einengung genannt werden kann.

Für die Hochbahn ist die polizeiliche Vorschrift aufgestellt worden, dafs bei Strafsenkreuzungen eine Lichthöhe von 4,55 m verlangt wird, unter den Viadukten ist mit Rücksicht auf die Ansprüche der Feuerwehr eine Lichthöhe von 2,8 m einzuhalten.[106])

Da der Verkehr in unseren Hauptstädten in rapider Weise zunimmt, so werden Untergrundbahnen und Hochbahnen wohl immer häufiger werden. Kombinationen beider, wie oben bezüglich der Berliner Hochbahn beschrieben, werden häufiger in Anwendung kommen, namentlich in wellenförmigem Gelände; beide Arten von Bahnen haben ja vor der einfachen Strafsenbahn den grofsen Vorteil, dafs der Bahnbetrieb und der Fahrstrafsenbetrieb völlig voneinander unabhängig sind, dafs somit die Züge auch mit gröfserer Geschwindigkeit verkehren können, als eine gewöhnliche Strafsenbahn.

4. Schwebebahnen sind in neuerer Zeit bei uns in Deutschland in Ausführung und Betrieb gekommen; sie haben vor den Hochbahnen mit oben aufliegender Fahrbahn den Vorzug, dafs die weniger massige Fahrbahnkonstruktion das Strafsenbild weniger beeinträchtigt. Es ist vorgeschlagen worden, dafs die Ständer der zu unterstützenden Fahr-

---

[105]) Ähnliche Einschnitte im Strafsenkörper weisen auch die Kabelbahnen in Chicago auf, an den Stellen, wo sie im Tunnel den Chicagoflufs unterfahren. Vergl. „Maschinenarbeit und Ausnutzung der Naturkräfte in Amerika", Berlin 1893. Seilstrafsenbahnen in Chicago, S. 114 u. 115.

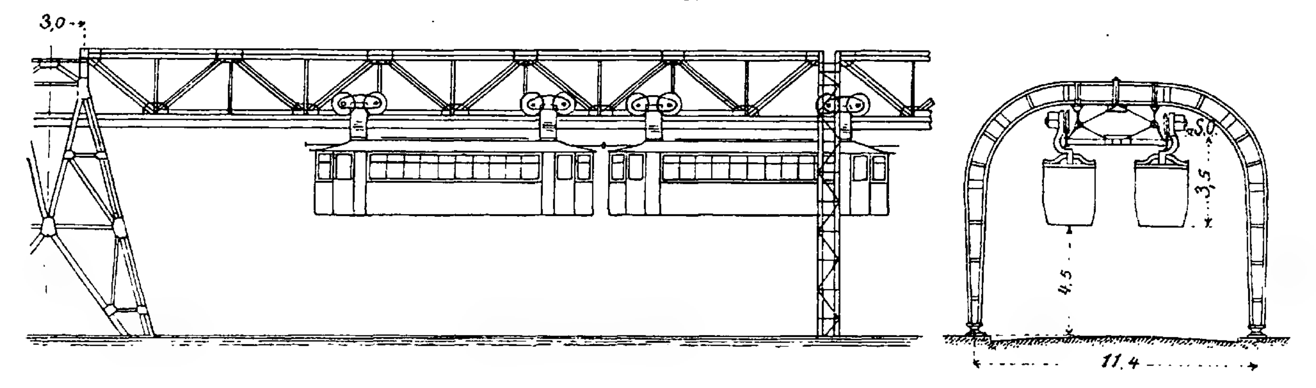
[106]) Seit Eröffnung der Bahn hat sich wesentliches Verkehrsgeräusch bemerklich gemacht, was wohl daher rührt, dafs auf einem Teil der Viadukte die Schienen unmittelbar auf den eisernen Querträgern aufruhen. Man ist gegenwärtig damit beschäftigt, durch passende Zwischenlagen das Verkehrsgeräusch zu dämpfen, durchschlagender Erfolg ist aber bis jetzt nicht erzielt.

bahn auf die Strafsenmitte gestellt werden, um so die Strafse in zwei Hälften für die hin- und herfahrenden Wagen zu teilen, es dürfte aber vorzuziehen sein, wie bei den Viaduktbahnen die tragenden Säulen auf den Fufswegrand zu stellen und über die Strafsenfahrbahn weg durch Querträger zu verbinden.

Auch in dieser Form sind die Schwebebahnen keine wünschenswerte Einrichtung, da die Sicherheit des Strafsenverkehrs doch in gewisser Beziehung gefährdet erscheint. Es macht gewifs auch auf den Vorübergehenden einen beängstigenden Eindruck, wenn plötzlich über ihn weg Eisenbahnwagen mit grofser Geschwindigkeit hängend hinziehen.

Abb. 94 u. 95. *Schwebebahn bei Vohwinkel (Elberfeld).*

Abb. 94. Ansicht der Schwebebahn über der Wupper. Abb. 95. Pendelstützen auf der Strafse.



Die Schwebebahnkonstruktion hat mit der Strafse selbst nichts zu schaffen, ebensowenig wie die unter 2. und 3. aufgeführten Untergrund- und Hochbahnen; wir halten es deshalb auch nicht für nötig, auf die Konstruktion der Schwebebahnen näher einzugehen. Die Schwebebahn bietet die gleichen Vorteile, wie Untergrund- und Hochbahnen, nämlich die volle Unabhängigkeit von der Strafse, nur wird durch eine Schwebebahn der Strafsenverkehr mehr beunruhigt, als durch die beiden anderen Bahnanlagen. Es geht dies leicht aus den Abb. 94 u. 95[107]) hervor, und es fällt auch auf, welchen grofsen Raum die Unterstützung der Bahn: Säulen, Querträger und Längsträger einnehmen, so dafs schon aus diesem Grunde die Schwebebahnen nicht besonders zu empfehlen wären.

5. **Radfahrwege.** Die Zahl der Radfahrer hat sich in den letzten Jahren in ganz aufserordentlicher Weise vermehrt, die Menge der Räder, welche in einer Stadt mittlerer Gröfse vorhanden sind, zählt nach Tausenden[108]); es tritt an den Strafseningenieur die Frage heran, ob und in welcher Weise in unseren Städten Einrichtungen zu treffen sind, welche den Fahrrädern die Bewegung auf unseren städtischen Strafsen erleichtern und das auf den Strafsen verkehrende Publikum vor dem Überfahrenwerden zu schützen imstande sind. Der Fahrradverkehr ist dadurch für den Fufsgänger gefährlich, dafs diese Fahrzeuge vermöge ihrer geringen Abmessungen weniger auffallen, dafs sie durch keinerlei Fahrgeräusch sich bemerklich machen und sehr häufig mit zu grofser Geschwindigkeit sich bewegen, welche diejenige der anderen Strafsenfuhrwerke wesentlich übertrifft. Wir haben im Kap. I (S. 79 u. 105) diese Frage bezüglich der Landstrafsen schon berührt, dort auch Vorschläge über die Herstellung besonderer Radfahrwege auf Landstrafsen gemacht, für unsere Städte liegt aber die Sache viel

---

[107]) Deutsche Bauz. 1900, S. 513.

[108]) In Stuttgart, obgleich in bergigem Gelände liegend, kommt ein Fahrrad auf etwa 26, in München auf etwa 18 bis 20 Einwohner.

schwieriger mit Rücksicht auf den stärkeren und mannigfaltigeren Strafsenverkehr, und mufs hier näher auf die neu auftretende Angelegenheit eingegangen werden.

Bei den vielen Unglücksfällen, welche in neuester Zeit täglich durch Zusammenstöfse von Radfahrern mit Fufsgängern und Wagen vorkommen, fehlt es nicht an gegenseitigen Klagen, einmal der Radfahrer gegen das Publikum, weil dieses unnötigerweise die Fahrbahn der Strafse statt der Fufswege benutze, andererseits und mit mehr Recht gegen die Radfahrer, weil diese die nötige Vorsicht, namentlich beim Einbiegen in Seitenstrafsen, aufser acht lassen und zu schnell fahren. Wenn nun im Publikum Stimmen sich erheben, welche den Fahrradverkehr in den Strafsen überhaupt verbieten wollen, wenn verlangt wird, dafs die Radfahrer, welche dem Sport obliegen wollen, erst aufserhalb der Städte ihre Fahrt beginnen sollen, so wird dem entgegenzuhalten sein, dafs der Fahrradverkehr schon lange nicht mehr dem blofsen Sport dient, sondern dafs er einen wesentlichen Teil unseres Fahrverkehrs bildet, der fast so unentbehrlich geworden ist, wie die Trambahn. Der Geschäftsmann versendet mit dem Fahrrad kleine Waren, welche schnelle Beförderung erfordern, der Angestellte, der Arzt, der Arbeiter u. s. w. gelangt damit rasch zum Orte seiner Tätigkeit; es scheint, dafs in neuester Zeit die dem reinen Sport dienenden Fahrräder abnehmen, wogegen diejenigen für geschäftliche Zwecke in Zunahme begriffen sind. Hiernach wird es Aufgabe der Stadtverwaltungen sein, für den Fahrradverkehr Sorge zu tragen, namentlich in dem Sinne, dafs etwa durch besondere, den Radfahrern anzuweisende Wegstreifen das Publikum besser als seither vor dem Überfahrenwerden gesichert ist. Erst in zweiter Linie wird die Frage zu behandeln sein, ob es notwendig ist, die insbesondere für Radfahrer dienenden Wegstreifen auch besonders zu befestigen. Es fehlt nicht an Vorschlägen in dieser Richtung, so vom Deutschen Radfahrerverband u. s. w. Besonders hervorzuheben sind diejenigen von Genzmer[109]), wenn wir ihnen auch nicht durchaus zustimmen können.

Wenn den Radfahrern auf den städtischen Strafsen ein besonderer Weg angewiesen wird, den sie allein benutzen dürfen, so ist die Lösung der Frage sehr einfach. Bei breiten Strafsen wird es auch keine grofse Schwierigkeit haben, derartige Wege herzustellen, aber es bleibt immer noch die wesentliche Schwierigkeit bestehen, dafs an jeder kreuzenden Strafse der Radfahrer zwei Fufswege zu überschreiten hat und dafs gerade hier die Gefahr der Zusammenstöfse mit Fufsgängern vorliegt. Dem Publikum entsteht deshalb durch Ausführung besonderer Radfahrwege nur der geringe Vorteil, dafs beim Kreuzen einer Strafse nur der schmale Radfahrweg ins Auge zu fassen ist, ein in die Querstrafse einbiegender Radfahrer ist den Fufsgängern aber gerade so gefährlich wie vorher.

Über die Anlage von Radfahrwegen in den verschiedenen städtischen Strafsen mögen nun folgende Vorschläge gemacht werden:

Was zunächst die Breite der Radfahrwege anbelangt, so wird (wie schon im Kapitel I erwähnt) als empfehlenswertes Mafs 2,0 bis 2,5 **m** bezeichnet, so dafs ein Ausweichen leicht möglich ist. Genzmer schlägt in dem obengenannten Aufsatze für den Fall, dafs besondere Wege für Hin- und Rückfahrt hergestellt werden, eine Breite von 1,5 **m** vor, eine derartige Anordnung dürfte aber wohl aufser Betracht bleiben. Die Höhenlage der Radfahrwege wird wohl immer der Höhe der Fahrbahn anzupassen sein, da die vielen zu den Querstrafsen herabführenden Rampen für die Radfahrer gar

---

[109]) Genzmer, Städtische Strafsen. Der städtische Tiefbau. Bd. I, Heft 2. Stuttgart 1900. S. 226—240.

zu unbequem werden würden; ein erhöhter Weg bringt auch den Nachteil mit sich, dafs ungeschickte Radfahrer ihn nicht einzuhalten imstande sind und herabgleiten.

Die Anbringung solcher Fahrbahnstreifen in unseren gewöhnlichen Wohnstrafsen von 15 bis 18 m Breite, welche eine einfache Teilung in Fahrbahn und zwei Fufswege enthalten, wird nun wohl unmöglich sein. Der Vorschlag des Deutschen Radfahrerverbandes, einen Radfahrweg zwischen Fahrbahn und Fufsweg in halber Höhe des letzteren auf einer Strafsenseite einzuschalten (s. Abb. 16, Taf. X), erscheint, auch wenn die Strafsenbreite diese Einschaltung gestatten würde, nicht nur wegen der grofsen Kosten unmöglich[110]), sondern es ist der grofse Nachteil hervorzuheben, dafs an dem betreffenden Fufsweg Fuhrwerke zur Aufnahme von Fahrgästen, zum Abladen von Kohlen u. s. w. sich nicht mehr aufstellen können. Eine derartige Beschränkung der Zugänglichkeit eines Hauses kann man sich etwa noch von einer Trambahn gefallen lassen, wenn die Verhältnisse eine andere Lage der Bahn nicht zulassen, nicht aber vom Fahrradverkehr. An einmündenden Querstrafsen erwächst dabei für den Fufsgänger eine grofse Gefahr, da der von der Querstrafse Kommende den Radfahrweg erst kurz, ehe er ihn zu kreuzen hat, übersieht. Die Ausbildung einer Strafsenkreuzung mit den notwendigen Abrundungen ist auch schwer auszuführen, die Überfahrt für den Radfahrer so unbequem als möglich, so dafs letzterer bei einer derartigen Einrichtung wohl bald vorziehen würde, statt des Radfahrwegs, wie seither, die Fahrbahn aufzusuchen. Einen bequemen und für das Publikum sicheren Radfahrweg kann man sich bei einfach geteilten Strafsen nur in der Mitte der Fahrbahn denken, eine Abgrenzung derselben gegen die Fahrbahn ist aber nicht möglich, es wird daher nicht zu viel gesagt sein, wenn man die Ausführung besonderer Radfahrwege in unseren Wohnstrafsen als ausgeschlossen erachtet.

Etwas anders liegt die Sache bei mehrfach geteilten Strafsen, wo es meist nicht schwer halten wird, die zwischen den Fahrstrafsen liegenden Promenaden zwischen Spaziergängern und Radfahrern zu teilen.

Bei einer Strafse mit Mittelpromenade (s. Abb. 19, Taf. X) kann die Hälfte oder ein Teil des Gehweges für den Fahrradverkehr abgeteilt werden; man trennt beide Wege, wenn die Promenade genügende Breite hat, durch Baumsatz, wenn dies nicht der Fall ist, durch einen Rasenstreifen mit niedriger Einfriedigung, so dafs die Spaziergänger vollständig vor dem Überfahrenwerden geschützt sind. Bei einem Abstand der Bäume von 7,0 m (s. § 10, S. 294) und einem Abstand vom Fufswegrand von 0,75 m ist es bei rautenförmiger Stellung der Bäume möglich, auf einer 7,5 m breiten Promenade einen Radfahrweg von 2,0 m Breite neben einem 4,0 m breiten Spazierweg anzubringen, wobei dann allerdings der Rasenstreifen nicht in der Mitte liegt. Soll auf diesem ein Baumsatz angebracht werden, so ist eine Breite der Promenade von 13,5 m notwendig. Man kann auf solchen Promenaden den Baumsatz auch derart anordnen, dafs der Radfahrweg neben dem Randstein der Fahrbahn angeordnet wird, indem man die Baumreihe um 2 bis 2,5 m vom Randstein entfernt. Es dürfte nichts zu sagen haben, wenn bei dieser Anordnung die Baumreihen unsymmetrisch angeordnet erscheinen (s. Abb. 17, Taf. X).

Bei Strafsen mit zwei mittleren Gehwegen kann der eine ganz für den Radverkehr bestimmt werden.

Da die Promenaden meist höher liegen als die Fahrbahnoberfläche, so ist bei allen kreuzenden Querstrafsen dafür zu sorgen, dafs die Radfahrwege mittels Rampen auf die kreuzenden Fahrwege herabgeführt werden.

---

[110]) Genzmer, Städtische Strafsen. S. 230.

Bei Strafsen aufserhalb des eigentlichen Stadtgebietes, und namentlich bei solchen Radialstrafsen, welche nach benachbarten Orten führen, ist die Anlage von Radfahrwegen am meisten angezeigt, weil auf ihnen bei schönem Wetter ein starker Verkehr von Fufsgängern und Radfahrern zu erwarten ist und weil hier am meisten Veranlassung vorliegt, den Spaziergänger von der Bewegung der Radfahrer und diese von dem Fuhrwerksverkehr unabhängig zu machen. Bei diesen Strafsen fallen nun meist die Querstrafsen fort, sie sind auch weniger dicht angebaut, so dafs eine Verlegung des Radfahrwegs hart neben den Fufsweg nicht die Nachteile bringt, wie im Innern der Stadt, so dafs hier die Anlage von Radfahrwegen keine Schwierigkeit hat. Da diese Strafsen gewöhnlich mit Bäumen besetzt sind, so wird der von Genzmer gemachte Vorschlag, die Bäume so weit vom Randstein zurückzusetzen, dafs zwischen diesem und der Baumreihe der Radfahrweg Platz findet, als ganz zweckmäfsig zu bezeichnen sein; es entsteht auf diese Weise das Profil der Abb. 18, Taf. X, welches eine Wegbreite von 15 m erfordert, eine Breite, die wohl meist ohne grofse Kosten sich wird herstellen lassen. Der Fufsweg ist durch den Baumsatz in sicherer Weise vom Fahrradverkehr getrennt. Die von Genzmer vorgeschlagenen Profile mit zwei Radfahrwegen erscheinen zu verschwenderisch, auch sind derartige Profile nicht zweckmäfsig für Alleestrafsen im Innern der Stadt wegen der Beeinträchtigung des Zugangs zu den Gebäuden.

Hiernach wird es, trotz der Wichtigkeit, welche dem Fahrradverkehr zuzugestehen ist, im Innern der Städte wohl nur auf Prachtstrafsen mit mehrfacher Teilung möglich sein, für Radfahrwege zu sorgen, indem man sie auf die Baumwege verlegt; in den äufseren Stadtvierteln kann eine Verlegung zwischen Fahrbahn und Fufsweg nur im Falle schwacher Bebauung und beim Vorhandensein weniger Querstrafsen, also bei langen Alleen empfohlen werden.

Auf mehreren der auf Taf. X abgebildeten mehrteiligen Strafsen (Abb. 15, 20, 22, 28, 29) könnten Radfahrwege auf den Mittelpromenaden angelegt werden und zwar auf der an den mittleren Fahrweg anstofsenden Seite, sofern hier keine Droschken anhalten, somit ein Zusammenstofsen von aus- oder einsteigenden Fahrgästen mit Radfahrern nicht vorkommen kann. Wenn sich neben den Promenaden Trambahnen hinziehen, so mufs die Anlage von Radfahrwegen auf der betreffenden Seite der Promenade unterbleiben, da sonst das Aussteigen an den Haltestellen gefährdet ist.

Die Radfahrwege verlangen mit Rücksicht auf die Ausbildung der Fahrräder einen möglichst ebenen Weg. Asphalt oder Holzbelag wäre hiernach das Zweckmäfsigste; holperiges, abgenutztes Pflaster wird wohl am wenigsten sich eignen, aber ein regelmäfsig gelegtes Reihenpflaster, ein gut abgewalzter Chausseeweg sollte auch den Anforderungen anspruchsvoller Radfahrer genügen. Es wird hiernach auszusprechen sein, dafs in einer Stadt mit gut unterhaltenen Strafsen, wie unsere Grofsstädte sie gegenwärtig besitzen, für die Radfahrer keine besonderen Anordnungen zu treffen sind. Wo den Radfahrern besondere, anderen Fuhrwerken nicht zugängliche Wege angewiesen sind, genügt ein gewöhnlicher Kies- oder Sandweg von der oben in § 9 (S. 288) besprochenen Anordnung für Fufswege. Die Verwendung von Asphalt, der übrigens bei nasser Witterung und starkem Gefälle keineswegs günstig für das Radfahren ist, kann wohl als unangebrachter Luxus bezeichnet werden.[111])

[111]) Der einzige Radfahrweg, den wir gesehen, ist auf der Strafse von Leipzig nach Probstheida ausgeführt, wo aufserhalb der Stadt im Spätjahr 1901 eine gröfsere Strafsenkorrektion durchgeführt wurde. Der Radfahrweg liegt zwischen dem Fufsweg und der Fahrstrafse in halber Höhe, hat eine Breite von 3,0 m und ist als einfacher Sandweg hergestellt.

§ 12. Anordnung der Wasser-, Gas- und Kabelleitungen im Strafsenkörper, und sonstige Nebenanlagen (Hydranten, Brunnen, Anschlagsäulen, Bedürfnisanstalten u. s. w.).

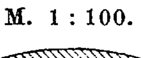
1. **Wasserableitungskanäle und Strafsentunnel (Subways).** Die zur Abführung des Brauch- und Regenwassers der Städte dienenden Kanäle liegen entweder in der Strafsenmitte oder es liegt je ein besonderer Kanal auf jeder Seite der Fahrbahn meist in gröfserer Tiefe und von derartig haltbarer Ausführung, dafs die Fahrbahnbefestigung in keiner Weise durch diese Kanäle beeinträchtigt wird. Liegen die Kanäle in der Strafsenmitte, so erfordert jede Einführung eines neuen Seitenkanals oder die Ausbesserung eines solchen das Aufbrechen der Strafsenbefestigung auf die halbe Strafsenbreite, was für den Verkehr sehr hinderlich ist, weshalb in belebten Strafsen die Anlage zweier Sammelkanäle, je am Strafsenrand gelegen, als die zweckmäfsigere erscheint (Berlin). Aufser diesen Entwässerungskanälen müssen nun aber noch unter dem Strafsenkörper die Leitungen von Gas und Wasser Platz finden; es sind in neuerer Zeit noch Telephonleitungen, Kabel für elektrische Beleuchtung, für Betrieb von Elektromotoren und Trambahnen, Druckluftleitungen hinzugekommen, auch ist nicht ausgeschlossen, dafs im Laufe der Zeit noch Leitungen für Zentralheizungsanlagen gelegt werden, so dafs eine ganz ungewöhnliche Anzahl von Leitungen in die Strafse zu verlegen ist. Alle diese Versorgungsnetze sind nun leicht Beschädigungen unterworfen durch Undichtwerden der Röhrenverbindungen und durch Röhrenbrüche. Noch mehr aber kommen in Betracht Abänderungen und Erweiterungen, welche infolge wachsenden Verbrauchs diese Netze erfahren müssen. Jede derartige Arbeit erfordert das Aufbrechen der Strafse, was den Verkehr belästigt und die Haltbarkeit der Fahrbahnbefestigung beeinträchtigt, weil es schwer hält, die ausgehobene Grube wieder so gut einzubauen, dafs nicht nachher schädliche Setzungen der Strafsenbefestigung sich bemerklich machen, welche neue Ausbesserungen erfordern. Am schädlichsten ist das Aufbrechen bei Strafsenbefestigungen, welche auf Betongrundbau ausgeführt sind; das Aufbrechen ist schwierig und teuer, namentlich störend ist aber der Umstand, dafs bei Gas- und Wasserleitungsrohrbeschädigungen die Bruchstelle schwer aufzufinden ist (s. oben § 6, S. 274). Auch der Umstand hat sich schon sehr störend geltend gemacht, dafs beim Legen der Leitungen versäumt wurde, ihre Lage im Strafsenplan genau festzulegen. Bei Kabel- und Drahtleitungen, wenn solche in grofser Zahl im Boden liegen, kann auch eine Verwechselung der Drähte entstehen. Namentlich schwierig gestalten sich Strafsenkreuzungen, wo es häufig bei Ausführung neuer Leitungen nötig wird, die alten zu verlegen.

Die Schwierigkeit kann nun dadurch umgangen werden, dafs man diese Versorgungsnetze in den Entwässerungskanälen unterbringt, wie es teilweise in Paris geschehen ist. Dieser Ausweg wird aber nur in besonderen Fällen sich zur Nachahmung empfehlen, denn es müssen dann den Kanälen zur Unterbringung von Leitungsröhren grofsen Durchmessers Formen und Abmessungen gegeben werden, welche das Begehen ermöglichen (Gehweg und entsprechende Höhe), was in den meisten Strafsen grofse Ausgaben erfordern wird. Auch erscheint es nicht empfehlenswert, wenn die Röhren und Leitungen bei Hochwasser unter Wasser gesetzt werden. Die Unterhaltungsarbeiten sind zwar erleichtert, aber die Unterhaltungskosten werden kaum geringer werden. Als ein Beispiel der Unterbringung von Kabeln in solchen Kanälen möge angeführt werden die Aufhängung von Telephonkabeln im überwölbten Nesenbach in Stuttgart, welche durch ihre Höhenlage den Einflüssen des Hochwassers entzogen sind (s. Abb. 96, S. 312).

Ein besseres Aushilfsmittel geben die in einigen englischen Städten zur Ausführung gekommenen Subways, unterirdische Gänge in geringer Tiefe unter dem Strafsenkörper, welche sämtliche Versorgungsnetze aufzunehmen haben. Diese Subways haben meist halbkreisförmigen Querschnitt von 2 bis 4 m Lichtweite, die Leitungen liegen auf kleinen auf die Sohle aufgesetzten Pfeilern, oder auf Wandkonsolen, die Abzweigungen der Leitungen gehen durch Seitengänge in die Häuser bezw. an den Strafsenrand. Die Entwässerungskanäle liegen unter den Subways und sind unabhängig von diesen (s. Abb. 97 u. 98).[112]) Gegen die Anlage von derartigen Tunnelbauten unter den Strafsen lassen sich einwenden: die grofsen Kosten und die Gefahr, welche durch Ausströmen von Gas entsteht (Bildung von Knallgas), so dafs es sich jedenfalls verbietet, die Gasleitungen in ihnen unterzubringen. Derartige Anordnungen werden wohl nur in besonderen Fällen auszuführen sein, in London war dies teilweise deshalb nötig, weil dort die Fufswege den Hausbesitzern gehören und gewöhnlich unterkellert sind (vergl. Abb. 38, S. 245), so dafs alle Leitungen in die Fahrstrafse verlegt werden müssen.

Abb. 96. *Unterbringung von Kabeln im Nesenbach-Tunnel zu Stuttgart.*

M. 1 : 100.



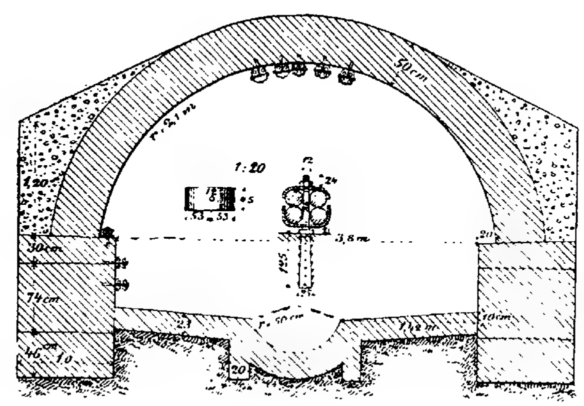


Abb. 97 u. 98. *Strafsentunnel in London.*

Abb. 97. Querschnitt *A B*.

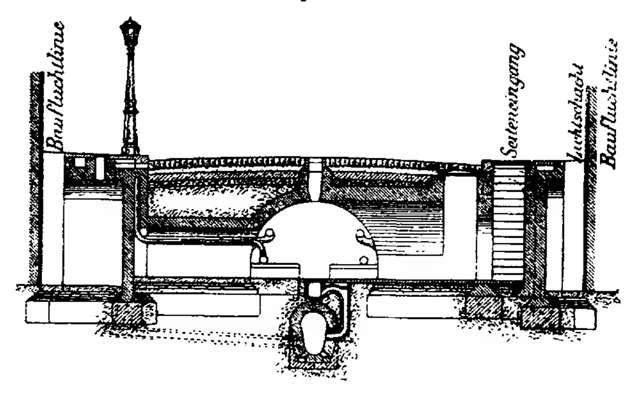
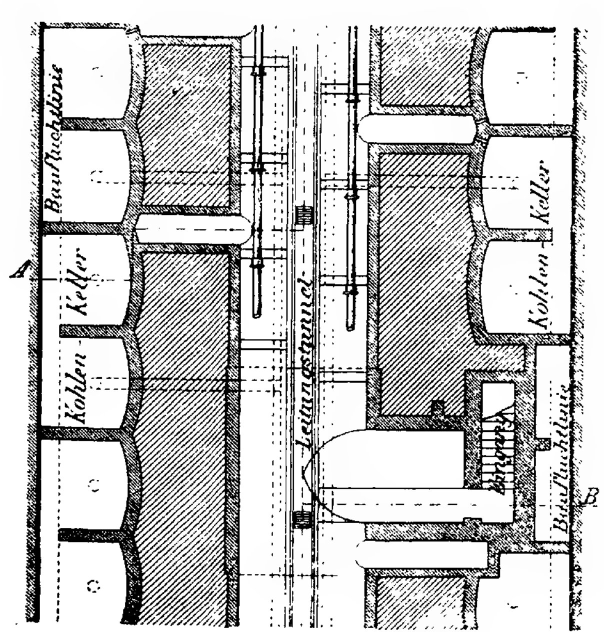


Abb. 98. Grundrifs.

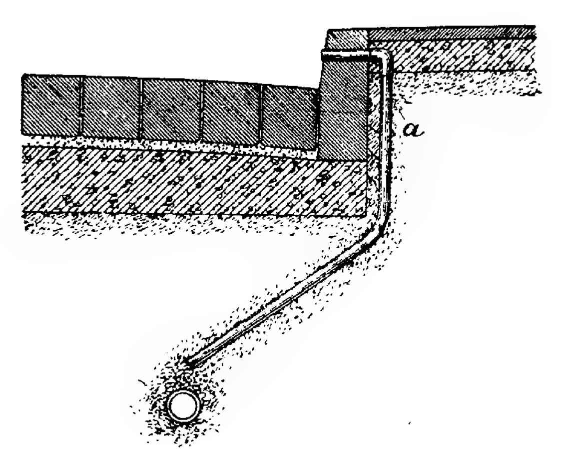


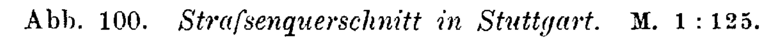
2. Wasser-, Gas- und Kabelleitungen. In gewöhnlichen Fällen hat man in neuerer Zeit in europäischen Städten begonnen, einen Teil oder alle Leitungen unter die Fufswege zu verlegen, so dafs der Verkehr auf der Fahrbahn selbst nicht mehr gestört wird, dafs es namentlich nicht mehr nötig ist, die mit Asphalt und Holz versehenen Strafsen, welche ja sämtlich Betongrundbau haben, aufzubrechen. Es macht nun allerdings keinen guten Eindruck, wenn ein schönes Asphalttrottoir aufgerissen wird, um ein Kabel oder dergleichen einzulegen, da die Wiederherstellung der neuen Asphaltdecke nie genau in der Höhe der alten geschehen kann, aber die Störung des Verkehrs wird doch weniger schwer empfunden, als beim Aufreifsen der Fahrbahn. Eine Verbesserung der Anordnung erzielt man dadurch, dafs man beispielsweise die Telephonkabel in gemauerte Kanäle verlegt, welche in Abständen von etwa 50 m mit Einsteige-

[112]) Zeichnung und Beschreibung der Subways unter der St. Andrews Street in London, s. Engineering, Bd. XIV, S. 435, auch v. Willmann, Strafsenbau. S. 48.

schächten versehen sind, mit Hilfe deren man jederzeit neue Kabel einziehen kann, ohne den Verkehr zu stören. Die Anordnung solcher Kanäle für die Telephonleitungen in Stuttgart zeigen die Abb. 7 bis 9, Taf. XI. In einem Abteil eines solchen Kanals haben 4 bis 5 Kabel mit je 50 Doppelleitungen Platz. In Breslau[113]) wird in den breiteren Strafsen ein Streifen von 1 bis 2 m Breite zur Aufnahme von Kabeln hochgespannter Ströme, der anschliefsende 0,8 m breite Streifen für die Gasleitung, der folgende 1,2 m breite Streifen für die Wasserleitung, der letzte 1,5 m breite Streifen längs der Gebäude zu Kabeln für Schwachströme und für die Entwässerungsanlagen benutzt. Man wird sich wohl dahin aussprechen können, dafs die Entwässerungskanäle unter die Fahrbahn gehören, auch Gas- und Wasserleitungen liegen hier mit Rücksicht auf ihre Gröfse besser, namentlich wenn die Fahrbahn nur chaussiert ist oder aus gewöhnlichem Pflaster auf Kiesbettung besteht. Sämtliche Kabel werden aber besser unter dem Fufsweg angebracht, der dann bei einer Breite von 3 bis 4 m für die Aufnahme aller Kabel ausreicht. Bei einem Grundbau der Fahrbahn aus Beton eignet sich allerdings auch der Fufsweg besser für die Aufnahme der Gas- und Wasserleitungen, mufs aber dann eine Breite von rd. 6 m haben. In Mainz[114]) hat man die Gasleitung unter dem Beton belassen, aber in Entfernungen von 15 m das Gasrohr mit grobem Kies überschüttet und Entlüftungsrohre zu den Fufswegrandsteinen heraufgeführt, um Gasausströmungen leichter entdecken zu können (s. Abb. 99). Auch in Stuttgart liegen in einigen mit Holz gepflasterten Strafsen die Gas- und Wasserleitungsröhren unter der Fahrbahn, aber unter einem seitlich neben dem Holzpflaster verlegten Streifen von Steinpflaster, der keinen Betonunterbau erhält, so dafs die Leitungen leichter zugänglich sind (siehe Abb. 100). Es ist allerdings seit Bestehen des Holzpflasters (rd. 6 Jahre) nicht nötig gewesen, dasselbe behufs Ausbesserung der Leitungen aufzubrechen. Selbstverständlich müssen derartige Strafsen vor Ausführung von Holz- oder Asphaltpflasterungen vollständig angebaut und die Zweigleitungen in die Gebäude ausgeführt sein.

Abb. 99. *Sicherheitsröhren für die Gasleitung in Mainz.*




Abb. 100. *Strafsenquerschnitt in Stuttgart.* M. 1 : 125.



Bei Strafsenneubauten ist es unerläfsliche Bedingung, vor Eröffnung der Strafse die hauptsächlichsten Versorgungsnetze vollständig anzubringen. Hierher gehören in erster Linie die Entwässerungskanäle mit allem Zubehör wie: Einsteigeschächte, Regeneinläufe u. s. w., sodann wenigstens noch Gas- und Wasserleitungen. Der Verkehr auf der Strafse wird immerhin noch bei jedem Neubau durch Anbringung der Anschlufsleitungen mehr oder weniger gestört. Eine Schwierigkeit entsteht, wenn derartige Strafsen in hohem Auftrage liegen, weil es nicht angeht, die Gas- und Wasser-

[113]) v. Willmann, Strafsenbau. S. 48.

[114]) Ebendaselbst.

leitungsröhren auf die frische Aufschüttung zu legen, auch nicht bis auf den festen Grund mit ihnen hinabzugehen, mit Rücksicht auf spätere Zugänglichkeit. Es empfiehlt sich deshalb, hier einfache Unterbauten aus Betonmauern in Bogenstellung anzubringen und auf diese die Röhren aufzulegen (s. Abb. 101 u. 102). In Stuttgart sind derartige Unterbauten mehrfach und in gröfserer Ausdehnung zur Ausführung gekommen, auch solche zur Unterstützung hoch über dem Gelände auszuführender Entwässerungskanäle.

Abb. 101 u. 102. *Unterstützung der Wasser- und Gasleitung in Stuttgart.* M. 1 : 150.

Abb. 101. Längenschnitt.

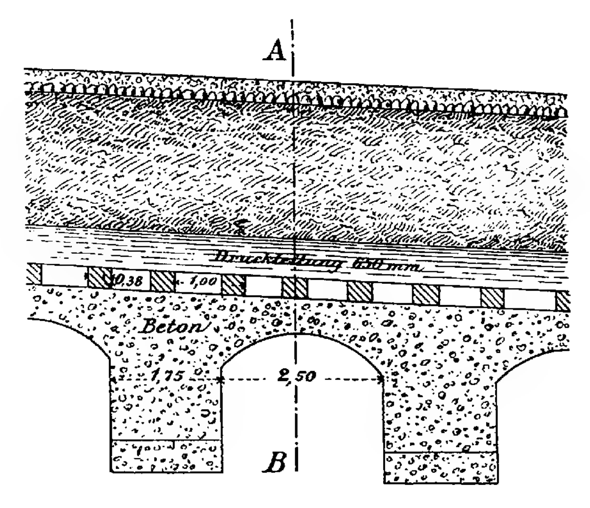
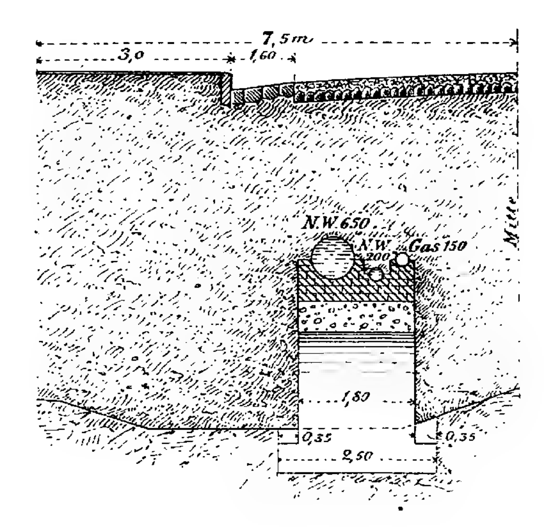


Abb. 102. Schnitt nach *A B*.

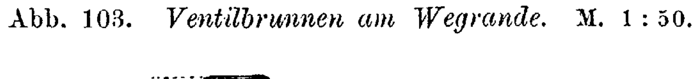


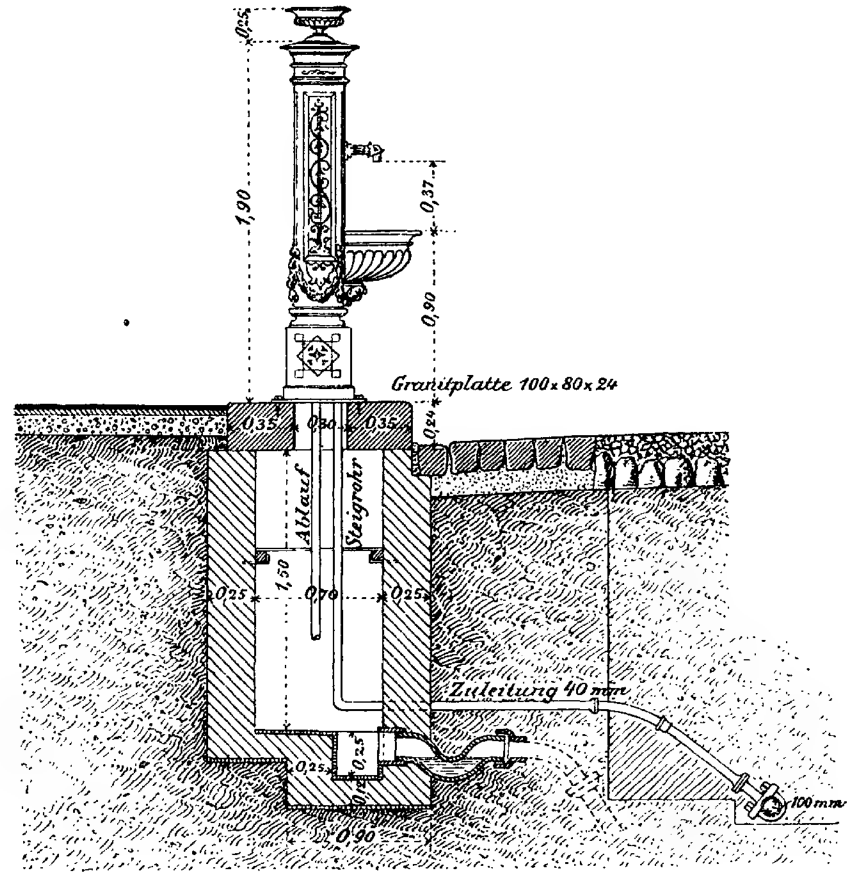
3. Nebenanlagen. Aufser den in die Strafsen einzulegenden Leitungen werden nun hier noch zu behandeln sein die Einrichtungen für Entnahme von Wasser und Gas aus den Leitungen, soweit diese im Strafsenkörper Platz finden müssen, ferner die Nebenanlagen, wie Anschlagsäulen, Bedürfnisanstalten und ähnliches.

a) Hydranten und Brunnen. Die Entnahme des Wassers aus den in den Strafsen liegenden Wasserleitungen erfolgt durch Abzweigungen, deren Abschlufsvorrichtungen entweder in besonderen Verteilungsschächten unter der Strafse oder für die Hausleitungen in den Gebäuden selbst angebracht sind. Die Schächte für die Hydranten zur Entnahme des Wassers zu Feuerlöschzwecken und zur Strafsenbesprengung liegen am besten unter der Fahrbahn in der Nähe der Fufswege. Die Lage der Schächte ist in der Regel durch kleine Tafeln kenntlich gemacht, welche an den gegenüberliegenden Gebäuden angebracht sind. Da die Entnahme des Wassers aus solchen tiefliegenden Schächten mit Schwierigkeiten verbunden ist, so sind mehrfach Überflurhydranten zur Ausführung gebracht worden, welche auf dem Fufswegrande stehend das Anschrauben der zur Wasserentnahme dienenden Schläuche sehr erleichtern. Wir möchten uns gegen die Anbringung von Überflurhydranten aussprechen: sie beengen und gefährden den Verkehr auf den Fufswegen, weil sie bei Nacht zu wenig hervortreten. Sie sind auch dem Umfahren durch Fuhrwerke, welche am Fufswege zu halten haben, sowie im Winter dem Einfrieren sehr ausgesetzt. Die unter der Strafsenfläche angelegten Hydrantenschächte müssen eine Bedeckung erhalten, welche dem Druck einer Strafsenwalze zu widerstehen imstande ist. Zur Winterszeit sind sie stets frei von Eis zu erhalten, damit bei eintretendem Bedarf die rasche Benutzung möglich ist. Über die Ausführungsweise der Hydranten nebst Schächten s. Handbuch d. Ing.-Wissensch. III. Teil (Wasserbau), IV. Kapitel.

Öffentliche Brunnen sind in neuerer Zeit, nachdem in gröfseren Städten jedes Haus an die Wasserleitung angeschlossen ist, in geringerer Ausdehnung nötig, als

früher, immerhin können sie im Interesse der Vorübergehenden nicht ganz fehlen. In gröfserer Anzahl müssen sie aber vorhanden sein, wenn wie in Stuttgart in den Gebäuden nur Nutzwasser geliefert wird, die Verteilung des reinen Quellwassers aber nur durch die Brunnen geschieht. Bringt man diese Brunnen (meist Ventilbrunnen) auf dem Fufswegrande unter, so ist eine stetige Benetzung des Fufswegs im Sommer und Eisbildung im Winter nicht zu vermeiden, was mit grofsen Unannehmlichkeiten für den Verkehr verbunden ist; es wird deshalb vorzuziehen sein, die Brunnen auf kleinen neben den Strafsen befindlichen Plätzen oder auf Strafsenverbreiterungen unterzubringen. Auf gröfseren Plätzen, Marktplätzen u. s. w. fällt diese Rücksicht fort. Die Brunnen dienen hier zum Nutzen der Bevölkerung und können auch zur Zierde gereichen, wenn sie architektonisch ausgebildet werden. Die Abb. 103 zeigt die Anordnung eines auf dem Fufswegrand angebrachten Ventilbrunnens mit dem zugehörigen Schacht für die Wasserzu- und Ableitung. Er nimmt wenig Raum ein, aber eine Benetzung des Fufsweges durch überspritzendes Wasser läfst sich nicht vermeiden. Die Steigröhre ist zum Schutz gegen Einfrieren im Winter mit selbsttätigem Ablafsventil versehen, das in der Abbildung nicht angegeben ist.


Abb. 103. *Ventilbrunnen am Wegrande.* M. 1 : 50.

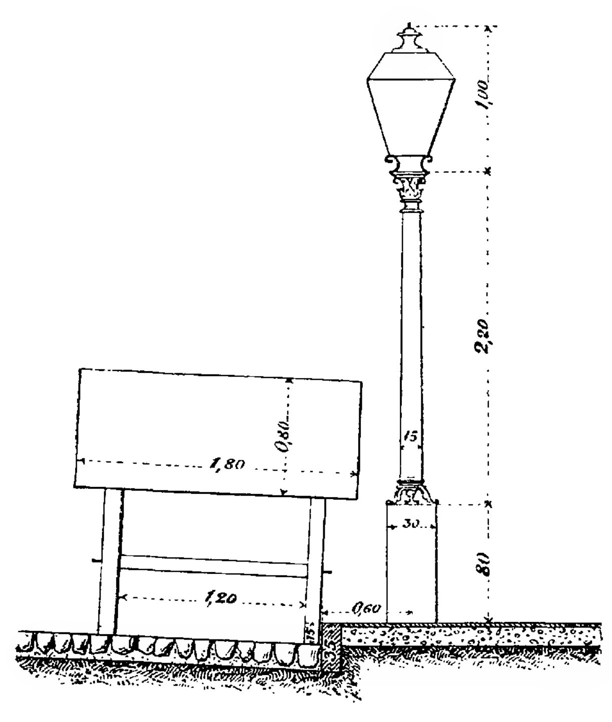


Die Hausleitungen haben auf die Strafse nur insofern einen Einflufs, als häufig auf den Fufswegen kleine Schächte angebracht sind, welche das Abstellen der Wasserleitung ermöglichen. Über die Ausführungsweise dieser kleinen Schächte s. Handbuch d. Ing.-Wissensch., III. Teil (Wasserbau), IV. Kapitel, S. 306.

b) Die Einrichtungen zur Beleuchtung der städtischen Strafsen bestehen bei engen Strafsen aus Laternen, die mittels Konsolen an den Gebäuden befestigt sind. Bei breiteren Strafsen ordnet man die Laternen auf Säulen an, welche am Fufswegrande aufgestellt und in Entfernungen von rund 60 **m** rautenförmig angebracht sind, so dafs die Laternen der beiden Strafsenseiten sich nicht gegenüberstehen. Die Vorschrift, diese Säulen von dem Fufswegrande so weit abzurücken, dafs auch die breitesten Fuhrwerke, wenn die Räder den Strafsenrand berühren, nicht an die Laternen anstofsen können, ist nicht wohl angängig. Breit beladene Wagen laden gegen 1 **m** über die Räder vor (s. Kap. I, Tab. IV, S. 19), und so weit können die Laternen nicht in die Fufswege hineingesetzt werden, ohne den Fufsgängerverkehr empfindlich zu stören. Dagegen kann verlangt werden, dafs gewöhnliche Pritschenwagen, welche zur Beförderung von Gütern zum Bahnhof und umgekehrt verwendet werden und welche regelmäfsig am Fufswegrande anzuhalten haben, ohne Gefahr für die Laternen aus- und einladen

können. Diese Wagen haben nach Tabelle IV (s. Kap. I, S. 19) eine Breite von 1,7 **m**, laden also bei 1,2 **m** Spurweite rund 0,25 **m** über die Räder aus, ein Abstand der Laternenpfosten von 0,6 **m** vom Fufswegrande wäre somit genügend, auch wenn infolge der Strafsenwölbung die Wagen sich schräg stellen (s. Abb. 104). Bei der angegebenen Entfernung haben auch Möbelwagen noch genügenden Raum; diese sind nach Tabelle IV 2,3 **m** breit, haben aber 1,45 **m** Spurweite, der Wagenkasten ragt somit rund 0,4 **m** über den Rand der Räder vor, so dafs auch hier genügender Raum vorhanden ist.

Abb. 104. *Stellung des Laternenpfahles.*
M. = 0,015.



Genzmer[115]) schlägt vor, die Laternensäulen hart an den Randstein heranzustellen, und das Ausrutschen der Wagen bei Glatteis dadurch zu verhüten, dafs das Strafsenprofil nicht nach einem Kreis, sondern nach geraden Linien gebildet wird, welche nur eine geringe Neigung erhalten. Hiermit können wir nicht einig gehen, da wir die kreisförmige Form der Strafsenoberfläche für besser halten (s. oben S. 241). Man wird auch bei Strafsen mit sehr geringer Wölbung (Asphalt und Holzpflaster) gegen die Kandel hin ein Gefälle von immerhin 6⁰/₀ nötig haben, um das im Kandel fliefsende Wasser zusammenzuhalten (vergl. Abb. 72, S. 268) und bei solchem Gefäll ist ein Rutschen der Wagen bei Glatteis nicht ausgeschlossen. Bei der oben angegebenen Entfernung von 0,6 **m** kann aber auch dann eine Beschädigung der Laternenpfosten nicht entsteben und die so gewählte Anordnung gibt aufserdem die Möglichkeit, dafs bei stark besetzten Fufswegen einzelne Personen zwischen Laternenpfosten und Fufswegrand durchzugehen imstande sind.

Zur Aufstellung von Gaslaternen eignen sich sodann noch Strafsenbrunnen, Anschlagsäulen und namentlich Schutzinseln, die Säulen für Unterstützung der Spanndrähte von elektrischen Trambahnen u. s. w. Die Beleuchtung dieser Gegenstände ist schon im Interesse des Publikums gelegen, damit alle diese über der Strafsenoberfläche vortretenden Dinge bei Nacht sichtbar sind. Die betreffenden Laternen können dann auch architektonisch ausgebildet werden; auf Schutzinseln werden sich doppel- oder mehrarmige Laternenständer empfehlen.

Wird statt Gasbeleuchtung elektrische Beleuchtung eingeführt, so werden wohl meist Bogenlampen und die zu ihrer Aufstellung erforderlichen Maste in Frage kommen. Bezüglich ihrer Aufstellung gelten die gleichen oben besprochenen Regeln. Die Pfosten zum Aufhängen der Lampen stehen entweder auf dem Fufswegrand, wie die Laternenpfosten, oder auf Schutzinseln. Es wird dafür zu sorgen sein, dafs sie den Verkehr nicht behindern. Ihre Ausbildung gehört nicht in das Gebiet des Strafseningenieurs, es möge hier nur darauf aufmerksam gemacht werden, dafs die Bogenlampen allerdings, weil in gröfserer Höhe angebracht, ein weiteres Gebiet beleuchten, als gewöhnliche Gaslampen oder Glühlampen, dafs man aber die Entfernung nicht zu grofs bemessen darf. In amerikanischen Städten sind mehrfach die Bogenlampen nur in den Strafsen-

---

[115]) Genzmer, Städtische Strafsen. Stuttgart 1900. S. 263.

kreuzungen angebracht; es bringt dies den Eindruck hervor, als haben die Lampen nur den Zweck, die Finsternis zu vergröfsern. Aus dem grellen Lichte der Bogenlampe hervortretend, erscheinen die zwischenliegenden Strafsenteile um so dunkler. Von der Ferne gesehen erscheint die Beleuchtung mit Bogenlampen als die glänzendere, aber einfache Auerlichter oder Glühlampen in kleinerer Entfernung erleuchten die Einzelheiten besser und dürften deshalb meist den Vorzug verdienen. In sehr verkehrsreichen Strafsen bilden die Beleuchtungsvorrichtungen der Verkaufsläden eine Vervollständigung der Strafsenbeleuchtung, so dafs die Fufswege und Fahrbahnen hell genug beleuchtet sind, um jedes Verkehrshindernis leicht erkennen zu lassen. In einfachen Wohnvierteln ist dies aber nicht der Fall, hier mufs dafür gesorgt werden, dafs die erhöhten Fufswege überall deutlich hervortreten, und wird dies durch einander nahestehende, wenn auch weniger glänzende Lampen besser erreicht, als durch weit voneinander entfernte Bogenlampen, die nicht in jede Ecke hineinleuchten können. Der Strafseningenieur wird deshalb bezüglich der Aufstellung der Beleuchtungsvorrichtungen immer ein Wort mitzusprechen haben.

c) Die Schächte, welche zur Anbringung von Verteilungsschiebern für Gas- und Wasserleitungen, zur Entnahme von elektrischer Kraft aus elektrischen Kabeln u. s. w. in Fufswegen oder in der Fahrbahn anzubringen sind, berühren den Strafsenbau nur insoweit, als die Schachtdeckel genügende Festigkeit gegen die Einwirkung von Fahrzeugen und eine genügend rauhe Oberfläche haben müssen, um ein Ausgleiten von Wagen oder Fufsgängern auf ihnen zu vermeiden. Es wird deshalb nicht nötig sein, auf ihre Ausbildung hier näher einzugehen.

d) Anschlagsäulen sind an solchen Stellen anzubringen, an welchen der Hauptverkehr sich vorüberbewegt, an der Kreuzung von Hauptstrafsen, auf Marktplätzen und sonstigen Verkehrsplätzen. Auf Plätzen finden sich leicht Aufstellungsorte, aber auch auf breiten Fufswegen können sie häufig angebracht werden, ohne den Verkehr zu sehr zu stören. Als passende Aufstellungsplätze sind Schutzinseln zu bezeichnen, oder die an spitzwinkeligen Strafsenecken sich häufig ergebenden Fufswegerbreiterungen (s. Abb. 105). In den beiden letztgenannten Fällen steht die Anschlagsäule gerade da, wo sie am besten in die Augen fällt und ohne Verkehrsstörung von allen Seiten besehen werden kann.

Abb. 105. *Anschlagsäulen-Stellung.*

e) Bedürfnisanstalten sollten in jeder gröfseren Stadt in nicht zu grofser Entfernung voneinander und zwar so angebracht sein, dafs sie auch von den Fremden leicht aufgefunden werden können. Es wird zwar gegen die Errichtung solcher Einrichtungen noch vielfach von Privaten und Behörden Widerstand erhoben, dieser wird aber ebenso verschwinden müssen, wie die Einsprachen, die in den letzten Jahren gegen das Ziehen der Drähte in den Strafsen für elektrische Bahnanlagen erhoben worden sind. Eine Reinhaltung städtischer Strafsen und Plätze ist nur dadurch zu erreichen, dafs auf jedem gröfseren Platze (auch auf Zierplätzen) solche Anlagen aufgestellt werden, wobei die gegenwärtig ausgeführten hübschen Formen (aus Eisenkonstruktion) keineswegs störend wirken, namentlich wenn man die Eingänge durch Gesträuchpflanzungen verstecken kann. Dafs auf Marktplätzen Bedürfnisanstalten mit Klosett und Pissoirvorrichtungen nicht entbehrt werden können, ist mit Rücksicht auf das Marktpersonal einleuchtend. Die Anordnung von Bedürfnisanstalten auf Zierplätzen in Stuttgart zeigen die Abb. 26 bis 28, Taf. XI; Abb. 26 zeigt den Lageplan einer Bedürfnisanstalt mit

Wasserklosetts und Pissoir, Abb. 27 den Grundrifs des in Eisen ausgeführten kleinen Gebäudes, Abb. 28 stellt ein gewöhnliches Pissoir dar. Bei beiden Anstalten sind die Eingänge von der Strafse aus durch Gebüschpflanzungen verdeckt. In einigen Städten stehen die Pissoirs einfach auf den Fufswegen, entweder an Gebäuden (Antwerpen) oder am Rande des Fufswegs (Paris), letzteres ist aber nur bei den breiten Fufswegen der Boulevards möglich, die Pissoirs werden dann zugleich als Anschlagsäulen benutzt.

In neuerer Zeit werden die Bedürfnisanstalten häufig unterirdisch in öffentlichen Gebäuden oder sonstigen neben dem Bürgersteig liegenden Räumen angebracht, so dafs die unangenehme Ansicht solcher Anstalten ganz verschwindet. Hauptsache bleibt nur, dafs sie auch von Fremden leicht aufgefunden werden können. Sehr zweckmäfsig erscheint die Einrichtung, sie mit den Warteräumen der Trambahnhaltestellen zu vereinigen (s. hierüber Kap. III).

f) Wetterhäuschen, Briefkasten, Strafsenbezeichnung, Telegraphen- und Telephonständer. Von weiteren auf den Fufswegen oder in ihrer Nähe aufzustellenden Einrichtungen mögen noch die Briefkasten und Wetterhäuschen erwähnt werden, welch letztere Barometer, Thermometer u. s. w. enthalten, um die Vorübergehenden mit den Wetterverhältnissen bekannt zu machen. Zweckmäfsigerweise werden hier auch Uhren aufzustellen sein, welche auf elektrischem Wege von einem Regulator aus geregelt die genaue Zeit angeben. Eine Aufstellung auf dem Fufswege selbst empfiehlt sich höchstens bei ausreichender Breite desselben, da sonst durch Ansammlung von Menschen der Verkehr leicht gestört werden könnte. Es dürfte aber keine Schwierigkeit haben, auf öffentlichen Plätzen, nicht zu entfernt vom Hauptverkehr, einen passenden Aufstellungsplatz ausfindig zu machen. Leider sind derartige Anlagen der mutwilligen Beschädigung ausgesetzt, weil das Publikum vielfach nicht gebildet genug ist, den Wert der Wettersäulen genügend zu schätzen. Es wird deshalb angezeigt sein, Schutzgitter anzubringen und keine zu sehr den Beschädigungen ausgesetzte Lagen auszuwählen. Briefkasten sind möglichst an Strafsenecken so anzubringen, dafs sie leicht bemerkt werden und den Verkehr nicht stören.

In amerikanischen Städten sind die Fufswege in noch ausgiebigerer Weise zur Aufstellung von Nebenanlagen ausgenutzt als in Deutschland. Der Fufswegrand dient als Aufstellungsplatz für Laternen, für die Tragständer der Trambahnleitungen und Baumpflanzungen wie hier, aufserdem sind aber häufig noch die Telegraphen- und Telephonständer am Fufswegrand untergebracht und zwar meist als plumpe Holzpfosten von 30 cm Dicke. In einzelnen Städten (Denver) benutzt man aber die Fufswege auch zur Aufstellung von Tafeln für die Strafsenbezeichnung, die an besonderen, an Fufswegecken aufgestellten Pfosten befestigt sind, ferner sind durch besondere Pfosten, die durch ihre Form schon von weitem erkenntlich sind, am Fufswegrand bezeichnet: Apotheken, Bäder u. s. w. Auch die Briefkasten stehen meist am Fufsweg, während sie bei uns meist an den Gebäuden aufgehängt sind. Es fehlt in Amerika auch nicht an Beispielen, dafs die Schilder der Verkaufsläden quer zum Fufsweg angebracht sind (s. Strafse in Buffalo, Abb. 19, Taf. XI), was wieder die Aufstellung eines Pfostens am Fufswegrand nötig macht. Diese Anordnungen bieten Vorteile für das Publikum, allerdings bewirken aber die vielen am Fufswegrand aufgestellten Pfosten eine Störung des Fufsgängerverkehrs.

Bezüglich der Strafsenbezeichnung mag angeführt werden, dafs besondere Pfosten am Fufswegrand mit Tafeln dann angezeigt erscheinen, wenn die Strafsen mit Vorgärten versehen sind, weil nachts die an den Häusern angebrachten Tafeln häufig mangelhaft beleuchtet erscheinen. Die beste Strafsenbezeichnung dürfte aber die sein, dafs an jedem Haus aufser der Hausnummer auch der Strafsenname angebracht ist. Als empfehlenswert von den amerikanischen Einrichtungen wäre zu bezeichnen die Hervorhebung von Apotheken und öffentlichen Einrichtungen durch besondere Strafsenpfosten,

dagegen gehören Telegraphen- und Telephonständer nicht in die Strafse, sondern die Leitungen sind als Kabel unterirdisch zu führen, oder als freie Leitung über den Gebäuden durch die Häuserblöcke durchzulegen. Erstere Anordnung dürfte für die inneren Stadtteile zu empfehlen sein. Ebenso sollten von der Aufstellung auf dem Fufswege alle diejenigen Einrichtungen verbannt sein, welche nur dem Privatinteresse dienen; es sind hierher auch überdeckte Anfahrten oder Hauseingänge zu rechnen, welche wohl bei Krankenhäusern ihre Berechtigung haben, nicht aber an einfachen Privatgebäuden. Wenn ein Privatmann den Fufsweg seines Hauseingangs überdecken will, so mufs das mit freitragender Dachausbildung geschehen; es sollten nicht Säulen verwendet werden, welche den Fufsweg verengen.

D. Unterhaltung und Reinigung städtischer Strafsen.

§ 13. Allgemeines über Strafsenreinigung, Besprengen der Strafsen und die dazu verwendeten Geräte. Schon im § 1 ist darauf hingewiesen worden, dafs Ansammlungen von Staub und Kot auf Strafsen nicht nur für den Verkehr sehr lästig sind, sondern dafs hierdurch auch ein schädlicher Einflufs auf die Strafsenbefestigung ausgeübt wird; es wird auch noch darauf hinzuweisen sein, dafs auf kotiger Strafse die Bewegungswiderstände bedeutend gröfser sind (vergl. Kap. I, Tab. V, S. 23), als auf trockener reiner Fahrbahn. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit häufiger Reinigung der Landstrafsen. In noch höherem Mafse ist dies aber für städtische Strafsen der Fall, da eine sorgfältige Strafsenreinigung von grofsem Einflufs auf den Gesundheitszustand der Anwohner ist und Reinlichkeit in den Gebäuden nur bei reingehaltenen Strafsen möglich ist. Es sind in Städten nicht nur Kotansammlungen schädlich, sondern selbst geringe Staubmengen geben bei herrschenden Winden Veranlassung zur Belästigung der Fufsgänger und Fuhrwerke, es wird auch zuzugeben sein, dafs durch aufgewirbelten Strafsenstaub eine Verbreitung von Krankheiten möglich ist, deshalb ist der Reinigung städtischer Strafsen eine viel gröfsere Sorgfalt zuzuwenden, als derjenigen der Landstrafsen.

Da bei städtischen Strafsen fast ausnahmslos die Ableitung des Regenwassers durch die längs den erhöhten Bürgersteigen sich hinziehenden Kandeln geschieht, so mufs die Reinigung sich auch auf diese erstrecken, um ein Aufstauen des Wassers in ihnen und dadurch ein Stehenbleiben auf der Fahrbahn zu verhindern.

Das Besprengen oder Begiefsen der Strafsen ist eine Arbeit, welche der Reinigung jeder Art voranzugehen hat, um das Aufwirbeln von Staub zu vermeiden. Häufig bildet aber auch die Besprengung eine selbständige Arbeit, welche den Zweck hat, bei heifsem Wetter auf der Fahrbahn und den Fufswegen den Staub niederzuhalten und die Luft zu erfrischen.

In der Regel genügt eine einmalige oder zweimalige Besprengung für den Tag. Das Begiefsen kann von Hand mit Giefskannen geschehen, es eignet sich dies aber nur für die Fufswege, zum Begiefsen der Fahrbahnen werden entweder Schläuche benutzt, welche von den Strafsenhydranten unmittelbar gespeist werden, oder Sprengwagen in verschiedener Anordnung.

1. **Rollschläuche.** Die Benutzung der Rollschläuche zur Begiefsung der Strafsen geschieht in der Art, dafs an das Steigrohr eines Hydranten ein wasserdichter Schlauch angeschraubt wird, der mit einer Reihe von etwa 2 m langen Blechröhren verbunden ist, deren Gelenke durch biegsame, 20 cm lange Gummischläuche gebildet werden. Die

Röhren ruhen auf kleinen Rädern, die an lotrechten Achsen nach allen Richtungen leicht beweglich sind. Am Kopf des Röhrenstranges ist wieder ein elastischer Schlauch mit Mundstück angebracht; das Mundstück ist nicht selten mit einer das Wasser ausbreitenden Klappe versehen. Das unter Druck dem Hydranten entströmende Wasser wird nun durch das Mundstück in erhobenem Strahl auf die Strafse geleitet, wobei durch Ausziehen des gegliederten Röhrenstranges jede beliebige Stelle der Strafsenoberfläche zu erreichen ist. Selbstverständlich mufs die Länge des Stranges dem Abstand der Hydranten entsprechen. Diese Art der Begiefsung wurde zuerst in Paris eingeführt (*Arrosage à la lance*), wird aber auch in anderen Städten häufig benutzt. Die Röhren haben einen Durchmesser von etwa 40 mm und werfen je nach dem Wasserdruck einen Strahl bis zu 28 m Länge bei einem Wasserbedarf von 0,9 bis 2,0 l i. d. Sek. Die Abb. 106 bis 110 zeigen die Anordnung der Röhren und deren Unterstützung.

Abb. 106. *Rollschlauch.*

Abb. 107 u. 108. *Unterstützungsrollen.* M. 1 : 8.

Abb. 107. Ansicht (Schnitt nach *a b*).

Abb. 108. Grundrifs.

Abb. 109 u. 110. *Mundstück.*

Abb. 109. Längenschnitt.

Abb. 110. Grundrifs.

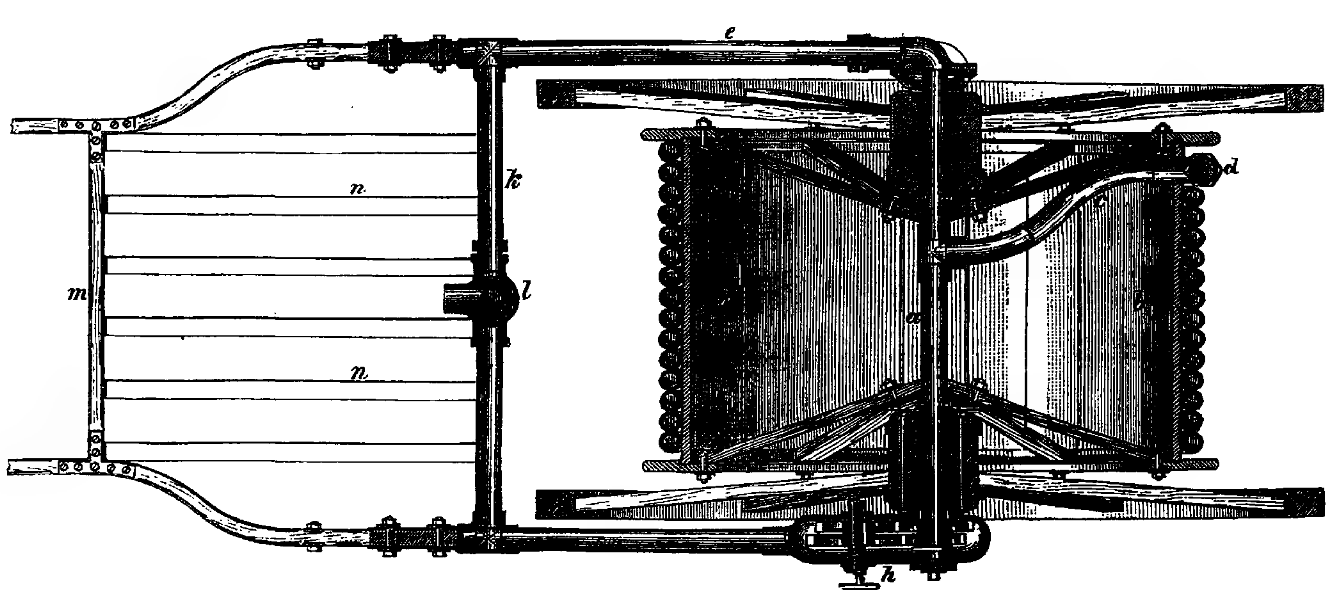
Die Anordnung ist bequem und zweckmäfsig, sie hat den Vorteil, dafs durch den kräftigen Wasserstrahl die an der Fahrbahn fest angehängten Unreinigkeiten leichter entfernt werden, dagegen ist hiermit allerdings für chaussierte Strafsen der Nachteil verbunden, dafs auch Sand und feiner Kies abgeschwemmt und hierdurch die Steinbahn beschädigt wird, sogar bei Pflasterstrafsen findet ein teilweises Ausschwemmen des Sandes aus den Pflasterfugen statt. Ein weiterer Nachteil besteht in der Beeinträchtigung des Fahrverkehrs durch die ausliegenden Schläuche, weshalb in neuerer Zeit in den meisten Städten die Strafsenbegiefsung durch Rollschläuche aufgegeben und nur noch da angewendet wird, wo es sich um Begiefsen von neuen Decklagen während des Walzverfahrens handelt.

Eine ähnliche Einrichtung wie die Rollschläuche zeigen die Schlauchtrommelwagen von O. Wertheim[116]) (s. Abb. 111). Auf der Achse eines zweiräderigen Wagens ist eine Schlauchtrommel *b* von rund 1 m Durchmesser aufgekeilt, auf welcher etwa 46 m Schlauch aufgewickelt sind. Der Schlauch wird an seinem freien Ende am Hydranten befestigt, das andere Ende steht mit der hohlen Achse *a* des Wagens in Verbindung, von der aus das Wasser mit entsprechendem Ventil *l* zu einem kürzeren Ausgufsschlauch

[116]) Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1867, S. 138.

mit Mundstück geführt wird. Während der Vorwärtsbewegung des Wagens wickelt sich der Schlauch von der Trommel ab, was durch ein passend angebrachtes Räderwerk *h* reguliert wird, das ausgeschaltet werden kann, wenn die Maschine nicht arbeitet. Zur Ausführung dieser Art der Besprengung sind zwei Arbeiter erforderlich. Sie scheint jedoch wenig Anwendung gefunden zu haben.

Abb. 111. *Schlauchtrommelanlage von Wertheim.*



2. Die **Sprengwagen** bestehen aus Tonnen von Holz oder Eisen, die das Wasser in eine wagerecht liegende Röhre leiten, deren Wandungen siebartig durchlöchert sind. Das Wasser wird dem Standrohr eines Hydranten entnommen und die Bedienung der Sprengwagen erfolgt durch den Fuhrmann selbst, so dafs sie nur geringe Handarbeit erfordern.

a) Die Handsprengwagen sind zweiräderig, mit Ausnahme der Räder ganz aus Eisen hergestellt und haben einen Wasserbehälter von 150 bis 300 l Inhalt. Die Länge des Sprengrohres beträgt 1,15 m, die Sprengweite rund 2,2 m. Sie sind namentlich mit Rücksicht auf geringen Wasserverbrauch zum Besprengen der Strafse vor dem Kehren zweckmäfsig und können auch zum Besprengen von Fufswegen, Parkwegen u. s. w. verwendet werden. Zur Bewegung der Karren sind 1 bis 2 Mann erforderlich. Die Wagen sind vorn mit verstellbarer, hinten mit fester Stütze zu versehen, um das Umkippen zu verhüten; ihr Preis beträgt 210 bis 310 M.[117])

b) Zweiräderige einspännige Sprengwagen mit einem Fassungsraum von 500 bis 1000 l haben eine Sprengweite von rund 4,5 m und kosten etwa 525 bis 725 M. Das Öffnen des Ventils geschieht vom Kutschersitze aus durch Drehen einer daselbst angebrachten Kurbel.

c) Vierräderige zweispännige Sprengwagen sind wohl die für städtische Strafsen zweckmäfsigsten. Sie haben 1000 bis 2500 l, gewöhnlich 1500 l Inhalt und sind mit Ausnahme der Räder und der Deichsel vollständig aus Eisen hergestellt. Die Sprengvorrichtung besteht aus einem gufseisernen Bogenrohr mit aufserhalb angegossenem Ventilgehäuse, einem an demselben angebrachten gufseisernen Krümmer und zwei angeschraubten Brauseröhren; diese sind an den Enden abgebogen und zum Zweck leichter Reinigung mit abschraubbaren Muttern verschlossen (s. Abb. 1, Taf. XII). Die Länge

[117]) Katalog von Weygandt & Klein, Maschinenfabrik in Feuerbach-Stuttgart (Katalog S. 11).

der Ausgufsröhren beträgt etwa 2,3 m, ihr Durchmesser 60 mm, das Material derselben ist Schmiedeisen. In den äufseren gekrümmten Enden des Ausgufsrohres stehen die Löcher näher beisammen, als im geraden Teil (s. Abb. 112 bis 114).

Abb. 112 bis 114. *Wagerechtes Ausgufsrohr mit Giefslöchern.*

Abb. 112. Grundrifs. M. 1 : 20.

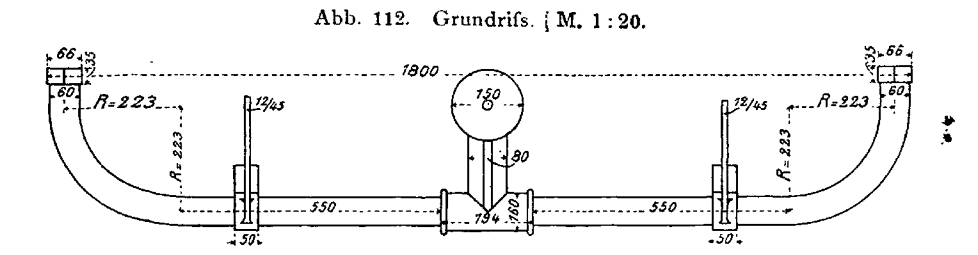
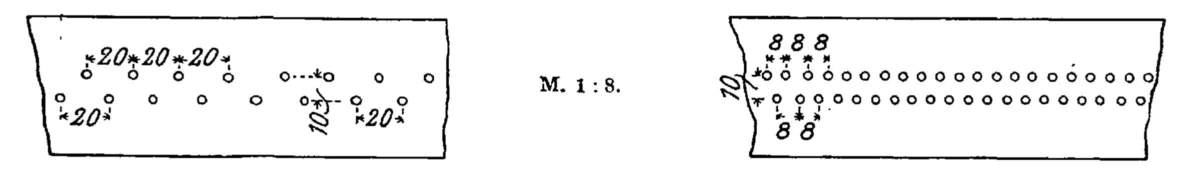


Abb. 113. Anordnung der Giefslöcher im geraden Teile.

Abb. 114. Anordnung der Giefslöcher an den gekrümmten Enden.

M. 1 : 8.



Die Frage, ob ein- oder zweispännige Sprengwagen angewendet werden sollen, hängt wohl hauptsächlich von den vorhandenen Strafsensteigungen ab. Als Fassungsraum sind 1500 l zu empfehlen, derartige Wagen werden aber nur in Städten mit ebenem Gelände von einem Pferde befördert werden können.

d) Zentrifugal-Sprengwagen. Um eine gröfsere Sprengweite zu erzielen, hat O. Türke in Dresden seine Sprengwagen mit einer Schleuderscheibe versehen, einem kleinen turbinenartig gebauten Rade, welche das Wasser aus dem Wasserbehälter erhält und von den Wagenrädern in Umdrehung versetzt wird (s. Abb. 8, Taf. XII). Die Schleuderscheibe ist von einem halboffenen Gehäuse umschlossen; das Ein- und Ausrücken derselben und die Regelung des Wasserzuflusses wird vom Kutschersitz aus durch Hebel und Stangen bewerkstelligt. Die Wurfweite kann durch entsprechend langsames oder schnelleres Fahren geregelt werden, bei schmalen Strafsen fährt der Kutscher langsam und wird hierdurch eine schmälere, aber stärkere, bei schneller Fahrt dagegen eine breitere schwächere, aber immerhin gleichmäfsige Zerstäubung des Wassers erzielt, so dafs die Sprengbreite bis auf 6 m und mehr gesteigert werden kann. Die Preise der Maschinen betragen bei 1000 bis 2500 l Inhalt der Tonnen 1200 bis 1400 M.

Eine andere Art der Ausführung besteht darin, dafs die Turbine verstellbar ist, so dafs durch höhere oder niedere Stellung derselben eine Veränderung der Wurfweite möglich ist.

e) Sprengwagen mit verstellbarer Sprengvorrichtung an jeder Wagenseite, Bauart Miller.[118]) Die Sprengvorrichtung weicht von den oben beschriebenen darin ab, dafs der Wasserabflufs statt nach hinten seitlich rechtwinkelig zur Fahrrichtung stattfindet, während die Wagen und Tonnen ebenso gebaut sind wie sonst. Das Wasser wird durch 5 bis 10 cm weite Gummischläuche ohne Ventile unmittelbar von der Tonne aus in zwei eiserne Kasten geleitet, welche zu beiden Seiten des Wagens hinter den Hinterrädern befestigt sind. An den Kasten sind zwei messingene Verteilkammern A und A_1 angebracht (s. Abb. 4, Taf. XII), in die das Wasser durch vom

---

[118]) Vertreter Hermann Hellmers in Hamburg.

Bock aus zu regelnde Ventile eingelassen wird. Der Mantel dieser Verteilkammern ist entsprechend gebohrt, und zwar ist die Bohrung in der einen Kammer kleiner als in der anderen, so dafs bei weniger warmem Wetter eine geringere Wassermenge zum Ausströmen gebracht werden kann, während beide Abteilungen zusammen eine reichliche Besprengung bewirken. Der Führer hat es ganz in der Hand, die Stärke der Wasserstrahlen abzuändern und entweder auf der einen oder anderen Seite geringere oder gröfsere Wassermengen ausströmen zu lassen und bei schmalen Strafsen die Ausströmung auf einer Seite ganz zu unterbrechen. Auf der gegen die Wagenmitte gerichteten Seite der Verteilkammern sind die Bohrlöcher weiter voneinander entfernt, als auf der äufseren Seite. Die Verteilkammern können behufs Reinigung abgenommen werden und die aufsen angebrachten Ventile sind leicht zugänglich. Die Sprengweite kann reichlich zu 6 m angenommen werden, die Preise der Wagen betragen etwa 1150 M. Die Abb. 2, Taf. XII zeigt die Ansicht eines Giefswagens der Bauart Miller[119]), aus welcher die Wirkungsweise des Wassers zu ersehen ist, Abb. 3 u. 4 die Einzelheiten der Ausgufsvorrichtung.

Von den angeführten Sprengvorrichtungen dürften die Sprengwagen der Bauart Miller als die wirksamsten bezeichnet werden, des hohen Preises wegen werden aber wohl häufig die gewöhnlichen zweispännigen Sprengwagen mit gekrümmten Ausgufsrohren und einem Inhalt der Tonne von 1500 l vorgezogen. Schlauchbesprengungen kommen nur in besonderen Fällen vor, für Parkwege werden Handsprengwagen das Richtige sein.

Zur Besprengung von Parkanlagen, Pflanzungen u. s. w. dienen am einfachsten Gummischläuche, die an einem Ende an die Hydranten angeschraubt, am andern mit Mundstück versehen sind, zur Begiefsung von Rasenflächen werden wohl auch S-förmig gebogene, um eine lotrechte Achse drehbare Rohre benutzt, welche infolge der Reaktion des ausströmenden Wassers sich langsam drehen, so dafs gröfsere Flächen durch das ausströmende Wasser beherrscht werden.

Wo in einer Stadt eine Wasserleitung fehlt (es wird dies jetzt allerdings zu den Seltenheiten gehören), sind Pumpen mitzuführen, um aus benachbarten Wasserläufen oder Teichen das nötige Wasser beschaffen zu können. Diese Pumpen können auf dem Sprengwagen angebracht werden, um sie jederzeit sofort bei der Hand zu haben. Bei Landstrafsen sind stets solche Pumpen mitzuführen, wenn die Strafsen gewalzt werden sollen (vergl. hierüber Kap. I, S. 183).

Was den Verbrauch von Wasser zur Besprengung der Strafsen anlangt, so reicht eine Tonne von 1000 l zur Besprengung von 2000 qm. Bei doppelter täglicher Sprengung sind somit 1 l für das Quadratmeter nötig, was einer Wasserhöhe von $^1/_2$ mm für jede Besprengung entspricht.

Die Auslagen für Arbeitslohn wurden in Stuttgart zu 3,4 Pfg. f. d. qm ermittelt, die Auslagen für das Wasser sind hierbei nicht einbegriffen; diese sind allerdings nicht bedeutend, da der Preis für das Kubikmeter Wasser wohl selten mehr als 5 bis 10 Pfg. beträgt.

In Frankfurt a. M. beginnt das Giefsen der Strafsen am 1. April und endigt Mitte Oktober, Gesamtgiefszeit 127 bis 144 Tage. Die Hauptverkehrsstrafsen werden täglich 4 bis 6 mal, die übrigen zweimal besprengt. Jeder Giefswagen zu 1500 bezw. 2500 l wird täglich 30 mal gefüllt. Der Wasserverbrauch f. d. qm Strafsenfläche beträgt 127 bis 229 l jährlich, die Kosten für das Jahr und das qm besprengter

[119]) Aus dem Katalog von Weygandt & Klein, 1902.

Fläche betragen jedoch ohne Wasserkosten 4,25 Pfg. — In Leipzig betragen die Kosten f. d. qm 3,22 Pfg. und einschliefslich Wasserzugabe 4,22 Pfg.[120])

Bei Asphaltstrafsen ist eine Besprengung nicht angezeigt, da auf befeuchteter Strafsenfläche die Pferde leicht stürzen. Man besprengt deshalb die Asphaltstrafsen meist nur gelegentlich ihrer Reinigung (Abwaschung), worüber unten das Nötige mitgeteilt wird. In Berlin hat man indessen in neuerer Zeit eine Besprengung mit verminderter Wasserzuführung angeordnet, wobei günstige Ergebnisse erzielt worden sind.[121])

§ 14. Die Reinigung der Strafsen und die dabei benutzten Maschinen. Ordnung des Dienstes. Kosten. Die Notwendigkeit der Reinigung städtischer Strafsen ist schon oben betont worden, die verschiedenen dabei vorkommenden Arbeiten betreffen:

a) Das Abschlämmen (Abziehen) des sich bildenden Kotes, was namentlich bei chaussierten Strafsen in Betracht kommt,
b) das Kehren, welches die Beseitigung von Staub und der sonstigen sich auf der Strafse anhäufenden kleineren Unreinigkeiten, namentlich auch der durch Pferdemist erzeugten örtlichen Verunreinigungen bezweckt,
c) das Beseitigen des Schnees,
d) die Fortschaffung der beseitigten und angesammelten Massen durch ihre Abfuhr.

Das Reinigen der Fufswege und der Fahrbahn städtischer Strafsen wird namentlich in kleineren Städten als Aufgabe der Hausbesitzer betrachtet, die Reinigung vollzieht sich durch die einfachsten Hilfsmittel (Besen, Krücken). Für die Stadtverwaltung bleibt dann noch die Aufgabe durchgreifender Reinigung der chaussierten Strafsen, die Reinigung gröfserer Plätze, öffentlicher Gartenanlagen und die Abfuhr und Verwertung der angesammelten Kotmassen. In gröfseren Städten ist teilweise schon früher, namentlich aber in neuerer Zeit die Reinigung der Strafsen in die Verwaltung der Städte übernommen worden, um gröfsere Gleichartigkeit der Arbeit zu erzielen und durch passende Regelung der Reinigungsarbeiten den Verkehr weniger zu belästigen. Die Hausbesitzer, deren Strafsen von seiten der Stadt gereinigt werden, haben dann eine entsprechende Entschädigung zu leisten. Häufig tritt eine Trennung in der Art ein, dafs die Stadtverwaltung die Reinigung der Strafsenfahrbahnen besorgt, dagegen die Reinigung der Fufswege den Hausbesitzern verbleibt. Bei starken Schneefällen wird es häufig der Stadtverwaltung kaum möglich sein, rasch die nötigen Hilfskräfte zum Reinigen der Fufswege herbeizuschaffen und werden in solchen Fällen doch die Hausbesitzer beigezogen werden müssen, wenn auch die Stadt die Reinigungspflicht übernommen hat.

1. **Reinigungsmaschinen.** Die Übernahme der Reinigungsarbeiten in eine Hand hat dazu geführt, statt der seither benutzten einfachen Hilfsmittel, wie Besen, Krücken u. s. w. sich besonderer Maschinen zu bedienen und sind in jetziger Zeit eine grofse Zahl solcher mechanischer Hilfsmittel im Gebrauch, obgleich die Verwendung der Handarbeit nicht vollständig entbehrt werden kann. Die Reinigung der Gehwege, die Aufsammlung des den Tag über anfallenden Pferdemistes, die Aufbereitung der von den Maschinen beiseite geschafften Kotmengen für die Abfuhr u. s. w. werden wohl meist durch Handarbeit zu besorgen sein. So waren im Jahre 1876 in Paris neben 190

---

[120]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 320.
[121]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 52.

Kehrmaschinen noch 3000 Arbeiter in Tätigkeit. Immerhin aber wird es möglich sein, die Hauptarbeiten durch Maschinen auszuführen und hierdurch die Arbeiten rascher und namentlich auch wohlfeiler auszuführen, als dies bei Handarbeit möglich ist. Es möge deshalb zunächst eine Beschreibung der Strafsenreinigungsmaschinen folgen und eine kurze Bemerkung über ihre geschichtliche Entwickelung vorausgeschickt werden.

Die ersten derartigen Maschinen wurden Ende der 30er Jahre des vorigen Jahrhunderts in Frankreich gebaut; sie lehnten sich in einfachster Weise an die Krücke an, indem man mehrere Krücken an einer gemeinschaftlichen Achse anbrachte, Räder und Deichsel anfügte und die Bedienung durch Arbeiter in Aussicht nahm. Derartige Maschinen sind noch heute als Abziehmaschinen im Gebrauch (s. unten unter a., α.)

Die Kehrmaschinen konnten nicht einfach in der Art ausgeführt werden, dafs man die Bürste in feste Verbindung mit der Kehrmaschine brachte, sondern es mufste den Bürsten eine Drehbewegung erteilt werden. Man suchte dies zunächst dadurch zu erreichen, dafs man die Bürsten in einem breiten, in sich zurückkehrenden und über zwei Walzen laufenden Bande befestigte. Diese Maschinen, welche wahrscheinlich in England zuerst gebaut wurden, haben aber geringen Erfolg gehabt, man ging in den Anforderungen zu weit, indem man die Bürstenmaschinen auch zum Aufladen des Kehrichts einrichtete. Ein wesentlicher Fortschritt wurde durch Einführung der Bürstenwalzen erzielt, deren Achse unter einem Winkel von 45° gegen die Radachse gelegt wurde. Die Maschine bringt hierbei den Kehricht nur in Streifen, so dafs beim Häufeln und Verladen Handarbeit erforderlich ist, aber das Kehren wird gründlich bewerkstelligt. Die ersten Kehrmaschinen mit schrägstehender Bürstenwalze sind anfangs der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts von Tailfer eingeführt worden. Diese Maschinen haben die früheren Anordnungen in den Hintergrund gedrängt, immerhin erscheinen die Maschinen, welche mit Einrichtungen zum Verladen des Kehrichts und diejenigen, welche mit Vorrichtungen zum Besprengen versehen sind, nicht unzweckmäfsig und sollen im folgenden kurz besprochen werden.

a) Die Abziehmaschinen (Abschlämmaschinen, Kratzmaschinen) dienen, wie oben erwähnt, zum Reinigen der Steinschlagbahnen von einigermafsen steifem Kot, auch bei der Reinigung von Asphaltstrafsen können sie unter Umständen Dienste leisten. Es werden bei diesen Maschinen schaufelartige Werkzeuge oder Kratzschuhe verwendet, welche von 2 oder 4räderigen Fahrzeugen getragen und gegen die Oberfläche der Strafse angedrückt werden. Sie stehen entweder senkrecht oder schräg gegen die Wagenachse.

α. Die Handabziehmaschinen sind zweiräderig. Eine neuere von Kreisbaumeister Schilling in Helmstädt erfundene Maschine[122]) hat folgende Einrichtung (s. Abb. 5 u. 6, Taf. XII). Ein rechtwinkeliger, von Flacheisen gebauter Rahmen $a\,a\,a_1\,a_1$ wird nahe der Vorderseite von einer Achse durchsetzt, an welcher mit Blättern versehene Muffen von 7 bis 11 cm Länge drehbar angebracht sind. An jedem Blatt ist ein eiserner Arm b befestigt, welcher nach unten sich umbiegend einen Kratzschuh c trägt. Diese Schuhe bestehen aus Hartgufs und haben eine Breite von 8 cm mit einem Spielraum von 1 mm. An der den Schuhen gegenüberliegenden Seite sind an den Blättern der Muffen Federn d (Abb. 5) befestigt, deren Enden sich gegen eine Stange e stützen. Diese Stange kann dem Rahmen mehr oder weniger genähert werden, so dafs der

[122]) Schilling, Notizen über Handabzugsmaschinen. Zeitung f. Strafsen- und Brückenbau, sowie für Kulturtechnik 1885, S. 65.

Druck der Kratzschuhe auf die Strafsenfläche der Zähigkeit des Kotes angepafst werden kann. Die besprochenen Teile nennt man die „Kratzschuhklaviatur", deren ganze Breite 0,91 **m** beträgt. Die Maschine hat Räder von 0,95 **m** Durchmesser, an ihrer Achse ist die Klaviatur aufgehängt. Zum Ziehen der Maschine dient ein Zugstrang, den der Arbeiter um den Oberkörper geschlungen hat. Bei der Leerfahrt hängt das Ende des Zugstranges in dem Haken *f*, der Arbeiter fafst den oberen Handgriff *h* und hebt hierdurch die Kratzschuhe vom Boden auf, bei arbeitender Maschine ist der Zugstrang in den Haken *g* eingehängt, der Arbeiter fafst den unteren Handgriff *i* und verhindert hierdurch das Heben der Klaviatur.

Das Reinigen der Fahrbahn erfolgt nun in Abteilungen von etwa 100 **m** Länge, die Maschine wird auf die Mitte der Fahrbahn gebracht und nach deren Längenrichtung bewegt. Nachdem ein 5 bis 10 **m** langer Streifen gereinigt ist, werden die oberen Handgriffe herabgedrückt und hierdurch die Klaviatur gehoben, die Maschine wird ein kurzes Stück vorgeschoben und wieder in Tätigkeit gesetzt und so fort. Am Ende der in Angriff genommenen Abteilung wird die Maschine gewendet, ein zweiter und dritter Streifen abgeschlämmt, so dafs der Schlamm in Bänken, welche quer zur Fahrbahn liegen, sich ansammelt. Diese Bänke werden schliefslich in Haufen verwandelt, indem man die Maschine senkrecht zur Strafsenachse arbeiten läfst. Preis der Maschine rund 100 M.

β. Bei Pferdeabziehmaschinen ist eine gröfsere Zahl von Kratzschuhen vorhanden, beispielsweise für eine Arbeitsbreite von 1,5 **m** deren 27. Der Hauptunterschied gegenüber den Handabziehmaschinen besteht aber darin, dafs die Achsschenkel der Räder unter 45° gegen die Längsseiten des Rahmenwerkes geneigt sind, so dafs die in der Längsrichtung der Fahrbahn sich bewegende Maschine auch den Kot beiseite schiebt und die sich bildenden Kotstreifen entweder bei nochmaliger Befahrung mit der Maschine weiter verschoben oder von Hand in Haufen aufgesetzt werden.

Das Aufhängen der Kratzschuhe geschieht bei den Pferdeabziehmaschinen in der Art, dafs eine besondere Stange *a* (s. Abb. 115) angeordnet ist, auf welcher jene Arme ruhen. Eine von *a* ausgehende Zugstange *b* steht mit einem Hebelwerk in Verbindung, durch welches der Führer der Abziehmaschine die Kratzschuhklaviatur nach Belieben anhebt.

Eine vom Kreisbaumeister Schilling herrührende Abziehmaschine für Pferdebetrieb ist in Abb. 7, Taf. XII in der Ansicht dargestellt. Das Rahmenwerk dieser Maschine ist mittels dreier Zugstangen und ebensoviele durch Schrauben verstellbare Dreieckverbindungen an der Hinterachse des Wagens aufgehängt, dessen Räder einen Durchmesser von 1,5 **m** haben und ruht aufserdem auf dem mit 0,7 **m** hohen Rädern versehenen Vordergestell auf. Das Heben und Senken des Rahmenwerkes geschieht durch eine Schraube, deren Mutter in der Nabe des Handrades *m* befindlich ist, wodurch es möglich wird, die Schuhe stets genau einzustellen.

γ) Abziehmaschinen mit Wendevorrichtung. Die oben beschriebenen Abziehmaschinen lagern den Schmutz, wenn sie in der Richtung *AB* fahren (s. Abb. 116) rechts bei *mn* ab und bei der Rückfahrt (Lage II) ebenfalls rechts bei *op*. Man kann nun durch wiederholte Fahrten Strafsen von beliebiger Breite reinigen, erhält aber an jeder Seite eine Ansammlung von Schlamm. Da es nun in manchen Fällen erwünscht ist, den Schlamm nur auf einer Seite zu haben, namentlich auch mit Rücksicht auf bequemere Abfuhr, so sind entweder wiederholte Leerfahrten der Maschinen erforderlich

Abb. 115.
Aufhängung der Kratzschuhe. M. 1 : 20.

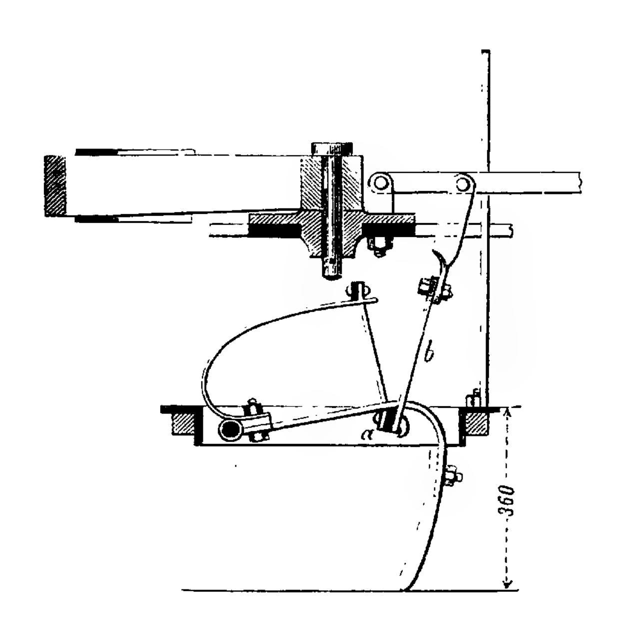
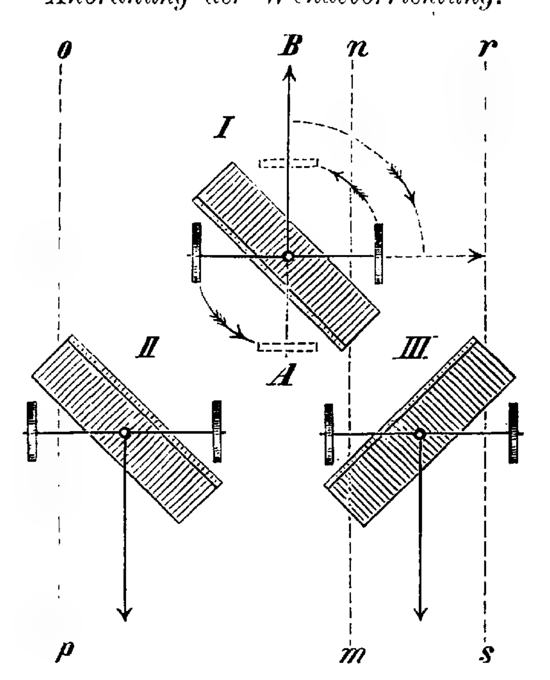


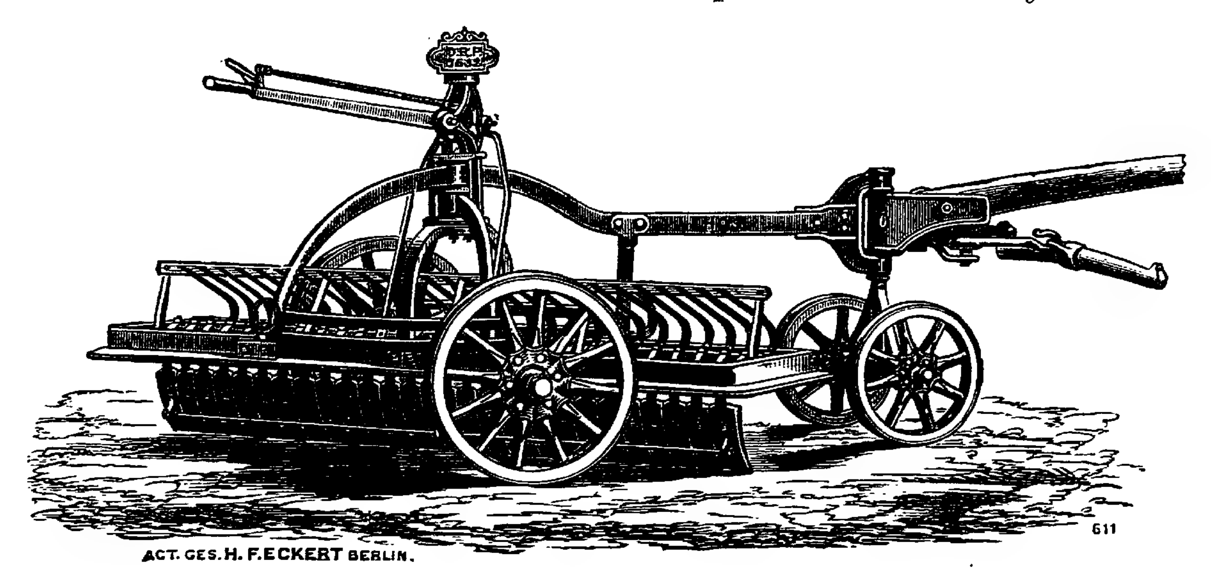
Abb. 116.
Anordnung der Wendevorrichtung.



oder es sind Einrichtungen zu treffen (s. Abb. 116, Lage I), welche ein Verstellen der Räder gegen das Rahmenwerk um 90° gestatten, wie die punktierten Linien zeigen. Die Deichsel ist dann ebenfalls in entgegengesetztem Sinne um 90° zu drehen, die Maschine nimmt hierdurch die Lage III an und legt bei der Rückfahrt den Kot links bei *rs* ab.

Die Abb. 117 stellt eine derartige Maschine vor, welche zuerst von Dürkoop & Cie. in Braunschweig zur Ausführung gekommen ist.

Abb. 117. *Abziehmaschine von Dürkoop mit Wendevorrichtung.*



Preise der Maschinen mit Kratzen aus Hartgufs[123]) sind

bei einer Arbeitsbreite von	1,500	1,75	2,0 m
einseitig abschlämmend	480	510	525 M.
zweiseitig abschlämmend, umstellbar .	530	560	590 „

[123]) Katalog von Weygandt & Klein, S. 25.

Die Maschinen können ein- oder zweispännig angewendet werden, das erstere ist nur in Städten mit Strafsen von geringer Steigung zu empfehlen, zweispännige Wagen dürften als zweckmäfsiger zu bezeichnen sein. Die Leistungsfähigkeit wird wohl etwas zu hoch auf 4000 bis 6000 **qm** Steinschlagbahn angegeben (wir verweisen auf die Angaben im Kap. I, § 19, S. 143 für Landstrafsen), immerhin wird durch Anwendung von Maschinen eine bedeutende Ersparnis gegenüber der Handarbeit zu erzielen sein.

Die Abziehmaschinen eignen sich nur zur Reinigung von chaussierten Strafsen, auf gepflasterten Strafsen wird man die Kotanhäufung nie so weit vorschreiten lassen, dafs die Handarbeit oder die Kehrmaschine nicht mehr ausreicht. Auch auf chaussierten Strafsen ist, so lange der Kot flüssig ist, die Kehrmaschine wohlfeiler. Bei Landstrafsen wird mit Rücksicht auf die weniger ebene Beschaffenheit der Fahrbahn die Handarbeit vorzuziehen sein, nur bei ausgedehnteren Arbeiten, also namentlich bei Vorbereitung der Strafsen für die Herstellung neuer Decklagen, können Maschinen mit Vorteil Anwendung finden (s. Kap. I).

b) Kehrmaschinen. Ihre allgemeine Anordnung ist schon oben beschrieben. Die gewöhnlich angewendeten Kehrmaschinen sind diejenigen, welche nur das Kehren selbst, nicht aber das Aufladen des Kehrichts besorgen. Wir unterscheiden Handkehrmaschinen und solche mit Pferdebetrieb mit einem oder zwei Pferden.

Jede Kehrmaschine enthält folgende Hauptteile:

1. Ein Rahmenwerk, welches die Verbindung zwischen der Radachse und der Bürstenwalze einerseits, der Radachse und der Deichsel andererseits vermittelt und die verschiedenen Lager aufnimmt.
2. Triebwerke, welche die Bewegung der Radachse auf die Bürstenwalze übertragen. Diese sind so anzuordnen, dafs die Bürstenwalze sich schneller dreht, als die Radachse und ferner derartig, dafs bei linksdrehender Bewegung der Räder die Bürstenwalze eine rechtsdrehende Bewegung annimmt. Der Kehricht wird hierbei nach vorn in einer zur Walzenachse senkrechten Richtung gefördert. Durch Wiederholung des Vorganges gelangt der Kehricht schliefslich an das hintere Ende der Walze und legt sich in einem Streifen nieder.
3. Die Bürste mufs gehoben und gesenkt werden können, einmal um während der Leerfahrt der Maschinen die Bürste auszuschalten und sodann um die Bürste der Abnutzung entsprechend allmählich tiefer stellen zu können.
4. Als Nebenbestandteile sind noch der Führersitz und die Vorrichtung zum Anspannen der Pferde zu erwähnen.

α. Handkehrmaschinen können zum Ziehen mit Deichsel oder zum Schieben eingerichtet sein; sie sind entweder einseitig kehrend, oder es kann die Bürste zum Umkehren eingerichtet werden, so dafs zweiseitig mit ihnen gekehrt werden kann.

Die einseitig kehrenden Maschinen[124]), als die einfacheren, bestehen aus einem starken eisernen Rahmen, welcher hinten auf zwei leichten Stahlgufsrädern und vorn auf einer beweglichen gufseisernen Rolle gelagert ist. Die beiden Hinterräder sind innerhalb des Rahmens gelagert und mit Sperrädern versehen, wodurch sich die Maschine nach allen Seiten hin leicht lenken läfst. Die Bürstenwelle ist unter einem Winkel von 55° gelagert, der Antrieb erfolgt von der Hinterachse aus durch zwei kegelförmige Zahnräder, zwei Kettenräder und eine Gliederkette. Die Bürstenwelle ist verstellbar,

[124]) Katalog von Weygandt & Klein 1901, S. 23.

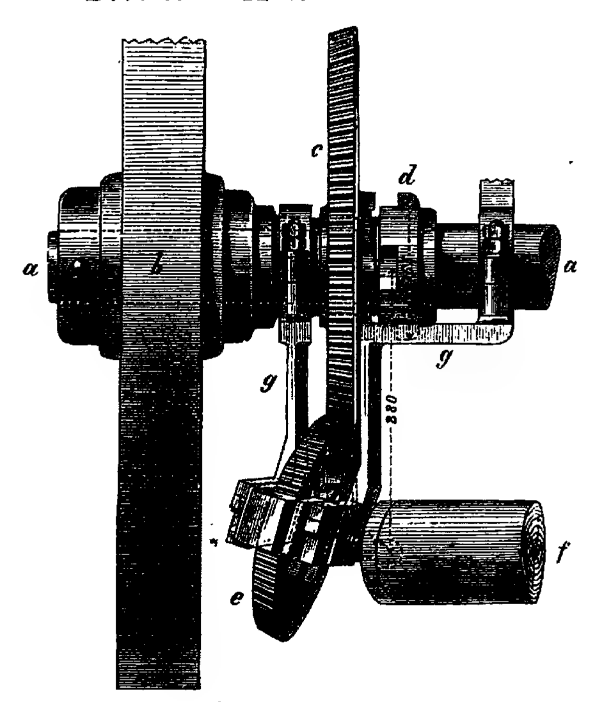
um ein gleichmäfsiges Abnutzen der Bürstenwalze zu erzielen; zur Verhütung des Aufwirbelns von Staub ist die Walze mit einem Blechmantel umhüllt, welcher aufgeklappt werden kann. Preise der Handkehrmaschinen:

Arbeitsbreiten . . .	0,75	1,0	1,25 m
Einseitig kehrend .	250	275	300 M.

Die Verwendung von Handkehrmaschinen wird sich wohl auf besondere Fälle beschränken, denn auch die Reinigung von Nebenwegen, für welche diese Maschinen noch am ehesten passen, vollzieht sich einfacher von Hand durch Besen, namentlich mit Rücksicht auf die auf den Bürgersteigen aufgestellten Laternenständer, Hydranten und andere Gegenstände. Die Handkehrmaschinen sind deshalb wohl nur in wenigen Städten in Verwendung.

β. Die fahrbaren Kehrmaschinen können entweder so angeordnet sein, dafs die Drehbewegung der Wagenräder ohne weiteres durch Kegelräder auf die Bürstenwalze übertragen wird, oder derart, dafs zuerst eine parallel zur Walzenachse liegende Hilfswelle angetrieben wird, deren Bewegung durch ein Kettengetriebe auf die Bürstenwalze übertragen wird. Maschinen ohne Hilfswelle sind von Jean Blot in Paris seit dem Jahre 1867 als gewöhnliche Strafsenkehrmaschinen gebaut worden, während die Bauart mit Hilfswelle namentlich durch W. Smith & Sons in Durham ausgebildet wurde. In Deutschland wurden die Smith'schen Maschinen durch Jakob & Becker in Leipzig eingeführt, die im Jahre 1873 die erste Kehrmaschine für Berlin lieferten; sodann sind sie durch die Aktiengesellschaft H. F. Eckert in Berlin wesentlich vervollkommnet worden. In neuerer Zeit liefern auch noch andere Firmen derartige Kehrmaschinen.

Abb. 118. *Bewegungsvorrichtung der Blot'schen Maschine.* M. 1 : 10.



1. Kehrmaschinen ohne Hilfswelle. Die Hauptteile der Kehrmaschinen von Jean Blot[125]) sind durch Abb. 118 dargestellt. Die Radachse *a a* ist nicht drehbar, das rechtseitige (in der Abbildung nicht dargestellte) Rad ist nur Laufrad, während das linkseitige Rad *b* das Triebrad ist. Zur Bewirkung der Drehung ist die Nabe des Rades verlängert und verstärkt, auf ihr befinden sich das lose konische Rad *c* nebst der Kuppelungsmuffe *d*. In das erstere greift ein kleineres, in Hängelagern ruhendes konisches Rad *e*, dessen Achse mit dem Kern *f* der Bürstenwalze durch ein Universalgelenk in Verbindung steht. Um das Heben und Senken der Walze zu ermöglichen, sind die Arme *g g* des Hängelagers auf der Radnabe bezw. auf der Radachse drehbar, aufserdem ist der rechtseitige Arm nach vorn verlängert und sein Ende steht mit einer am Rahmenwerk der Maschine befestigten Zangenfeder durch eine Kette in Verbindung. In das Ende dieser Feder wird ein anderes Kettenglied eingehängt, wenn die Bürste schärfer eingreifen soll.

---

[125]) Bayerisches Industrie- u. Gewerbebl. 1870, S. 177. — Polytechn. Zentralbl. 1870, S. 1168; 1874, S. 944. — Zwick's Jahrb. 1871, S. 509. — Portef. économ. des mach. 1874, Jan. S. 6. — Prakt. Maschinenkonstr. 1875, S. 132. — Ann. des ponts et chaussées 1877, I. S. 86.

Die Blot'sche Maschine findet in Paris ausgedehnte Verwendung, sie soll günstige Resultate ergeben, aber als Nachteil ist hervorzuheben, dafs die Kegelräder starker Abnutzung unterliegen und dafs die Bürste nicht ganz gleichmäfsig arbeitet.

2. Kehrmaschinen mit Hilfswelle. Die Kehrmaschinen dieser Bauart[126]) dürften deshalb den Vorzug verdienen; eine eingehendere Beschreibung der Smith'schen Maschine möge im folgenden gegeben werden (vergl. Abb. 9 bis 17, Taf. XII).

Die Radachse ist drehbar und trägt durch Vermittelung zweier Muffen *mm* (s. Abb. 11, Taf. XII) ein Rahmenwerk, in welchem die Hilfswelle *n* gelagert ist. Durch Zahnradübersetzung und Kette ohne Ende wird die Bewegung auf die Bürstenwalze übertragen, die Übersetzung ist derart, dafs auf eine Umdrehung der Radachse etwa 2½ Umdrehungen der Bürstenwalze kommen. Die letztere besteht aus zwei Teilen, wodurch der Vorteil erreicht wird, dafs die Walze an drei Punkten unterstützt und die Vorrichtung zum Heben und Senken in der Mitte angeordnet ist, sodann dafs die geteilte Walze sich dem Querprofil der Strafse besser anpafst, als eine nicht geteilte. Die Verbindung der beiden eisernen Achsen der Walzen erfolgt durch ein Universalgelenk (s. Abb. 13, Taf. XII).

Zum Heben und Senken der Walze dienen die 3 Arme o (Abb. 11, Taf. XII), welche die Walze an den Enden und in der Mitte unterstützen. Die Arme o_1 und o_2 sind je an einer Kette aufgehängt (Abb. 17), während an dem Arm o_3 ein Bügel p (Abb. 16) befestigt ist. Die von o_2 ausgehende Kette ist am Ende mit einer Zangenfeder befestigt, wodurch das Anheben der Walze erleichtert wird, da die zu verrichtende Arbeit sich auf eine längere Zeit verteilt. Der Arm o_3 ist mit einer Vorrichtung versehen, welche ein Anspannen der Kette des Triebwerkes gestattet (Abb. 16). Die erwähnten Arme o werden durch Vermittelung einer zweiten Hilfswelle q gehoben oder gesenkt; zur Drehung dieser Welle dient der Stellhebel r, welcher sowohl durch den Führer mittels einer Fufsplatte, sowie durch einen hinter der Maschine gehenden Arbeiter mittels eines Handgriffs niedergedrückt werden kann (Abb. 17). Die gekrümmte Führung des Stellhebels ist mit Löchern und einem Durchsteckbolzen versehen, so dafs je nach Lage der Bolzen die herabgelassene Walze dem Grade ihrer Abnutzung entsprechend mehr oder weniger tief zu liegen kommt. Es ist zu beachten, dafs in Abb. 16 die Walze gesenkt, in Abb. 17 dagegen angehoben gezeichnet ist.

Was die Ausschaltvorrichtung anbelangt, durch welche die gehobene Walze in Stillstand versetzt wird, so ist diese in Abb. 11 u. 12 dargestellt. Das von der Radachse getragene gröfsere Kegelrad ist auf ihr nicht festgekeilt, dagegen ist die verschiebbare Kuppelungsmuffe s mit der Radachse verbunden. Abb. 12 zeigt, wie Muffe und Kegelrad ineinandergreifen.

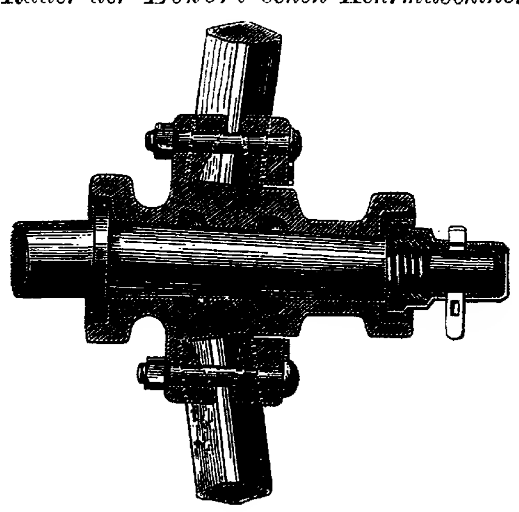
Um das Durchfahren von Kurven zu erleichtern, ohne dafs dabei eines der auf der Radachse festgekeilten Räder gleitet, sind die Naben der beiden Räder je mit einer Platte versehen, welche eine Sperrklinke trägt (s. Abb. 14 u. 15), diese greift sodann in ein auf der Radachse festgekeiltes Sperrad. Wenn nun die Maschine eine Kurve zu durchfahren hat, so gleitet bei dem Rade, welchem der kürzere Weg zufällt,

---

[126]) Strafsenkehrmaschinen mit Hilfswellen werden behandelt: Prakt. Maschinenkonstr. 1879, S. 404. — K. Maak, Dresden. Neuerungen an Kehrmaschinen, D. R. P. Kl. 19, No. 16490 v. 29. Mai 1881. — A. Range, Dresden. Neuerungen an Strafsenkehrmaschinen, D. R. P. No. 17634 vom 14. Juli 1881. — Strafsenreinigungsmaschine von Schmidt. Prakt. Maschinenkonstr. 1886, S. 230. — Skizzenbuch für Ingenieure und Maschinenbauer 1886, Heft 10.

die Sperrklinke über einen oder einige Zähne des Sperrades hinweg, wodurch die Verschiedenheit der Strecken, welche beide Räder zurückzulegen haben, ausgeglichen wird.

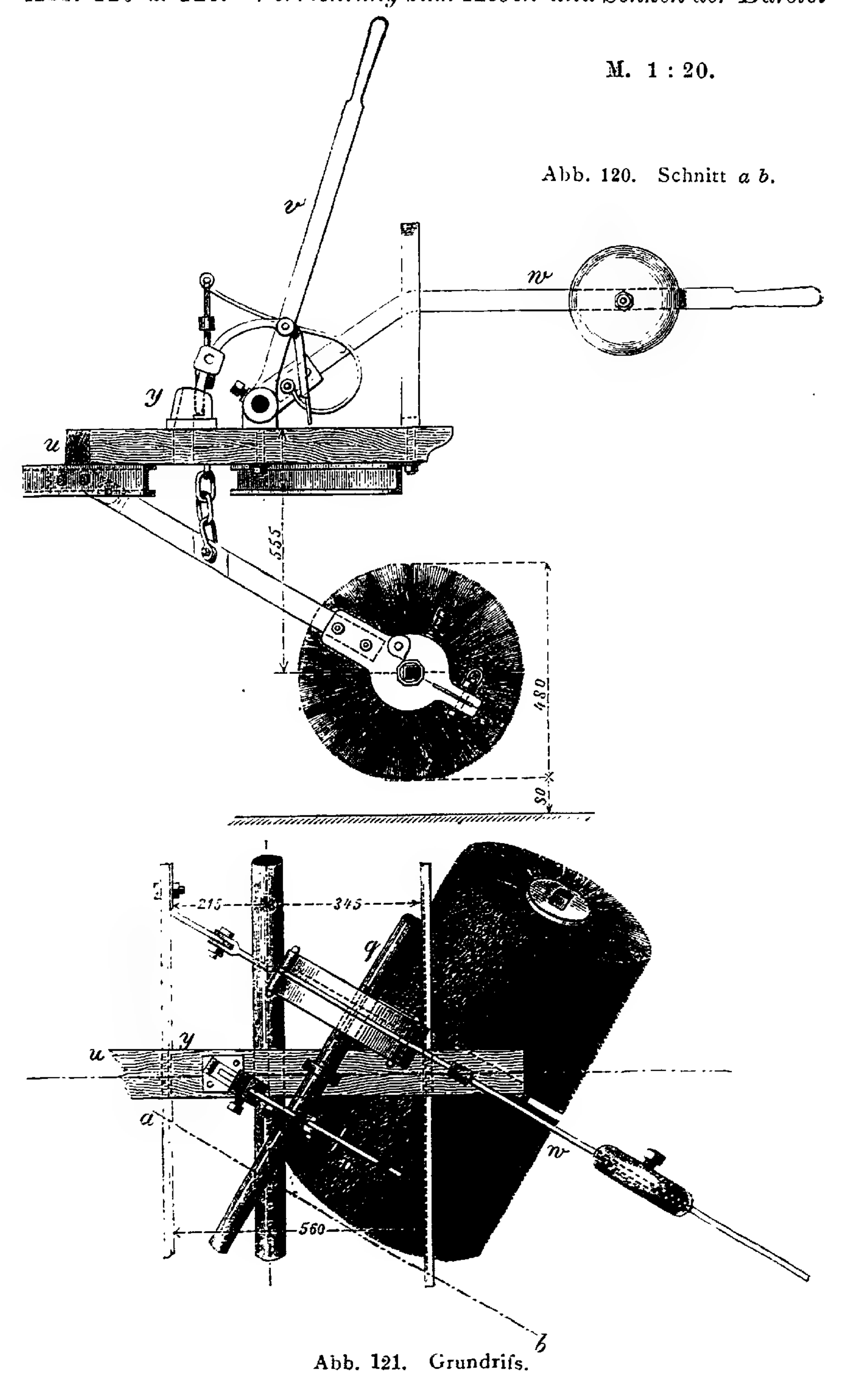
Abb. 119. *Eiserne Nabe für die hölzernen Räder der Eckert'schen Kehrmaschine.*



Von den in neuerer Zeit an Kehrmaschinen gemachten Verbesserungen ist zunächst die Anbringung eines zweiräderigen Vordergestelles zu erwähnen, wodurch eine Entlastung des Pferdes bewirkt wird, so dafs auch weniger kräftige Zugpferde verwendbar sind. Die Kehrmaschinen der verschiedenen Fabrikanten, die gegenwärtig in Verwendung sind, zeigen alle diese Anordnung. Sie ist einem einzigen Vorderrad, wie es die Smith'sche Maschine in Abb. 9 u. 11, Taf. XII zeigt, jedenfalls vorzuziehen, da dem Wagen dadurch gröfsere Standsicherheit verliehen wird. Der Vorderwagen kann zum Einspannen von einem oder zwei Pferden benutzt werden.

Seitens der Eckert'schen Fabrik sind auf Grund langjähriger Erfahrungen beim Berliner Strafsenreinigungsbetrieb noch mancherlei Verbesserungen vorgenommen worden; man hat die eisernen Laufräder, die sich nicht sonderlich bewährt haben, durch hölzerne Räder ersetzt, denen man aber eiserne Naben gibt. Eine solche Nabe ist in Abbildung 119 dargestellt; sie besteht entweder einfach aus Gufseisen, oder aus solchem, das mit Rotgufs ausgebüchst ist. Auch die Vorrichtungen zum Heben und Senken der Bürstenwalze sind verbessert worden (s. Abb. 120 u. 121). Zur Bewegung der Stellhebelwelle q sind zwei Stellhebel v und w angeordnet und hierdurch die Bedienung des zunächst des Führersitzes befindlichen Stellhebels v dem Führer bequem gemacht. Ferner ist es dem Führer ermöglicht, die Walze mittels des

Abb. 120 u. 121. *Vorrichtung zum Heben und Senken der Bürste.*



Fufses zu senken. Hierzu dient ein mit dem Hebel *v* drehbar verbundener Bügel, dessen linkseitiges Ende in der Haube *y* einen Stützpunkt findet, wenn die Walze gehoben ist. Ein mit dem Fufs zu bewerkstelligender Stofs gegen das rechtseitige Ende dieses Bügels verursacht ein Senken der Walze. Die Senkung wird begrenzt durch einen würfelförmigen, oberhalb der Haube *y* an jenem Bügel befindlichen Gufsklotz, der mittels einer Druckschraube eingestellt wird und eine genauere Regelung gestattet, als die oben angegebenen Durchsteckbolzen der Smith'schen Maschine.

Die Arbeitsbreite der in Rede stehenden Maschinen beträgt 1,8 **m**, eine vierräderige Maschine wiegt etwa 960 **kg** und kostet ungefähr 850 M., die neuen verbesserten Kehrmaschinen, vierräderig mit durchlenkbarem Vordergestell, gewöhnlicher Deichsel zum Ein- und Zweispännigfahren mit einer Arbeitsbreite von 2,0 **m** wiegen etwa 850 **kg** und kosten 1000 M.[127])

Wie bei den Abschlämmaschinen hat man auch für die Kehrmaschinen versucht, umstellbare, also nach rechts oder links arbeitende Anordnungen herzustellen, um den leeren Rückgang der Maschine zu vermeiden, so dafs eine Ersparnis an Zeit und Kosten erreicht wird.

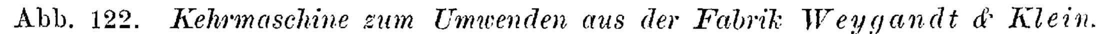
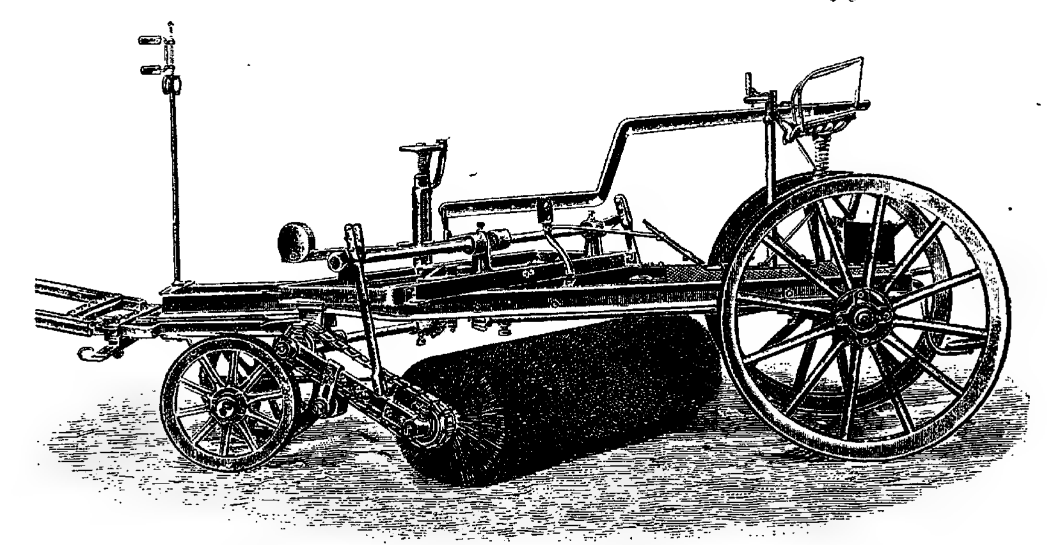


Abb. 122. *Kehrmaschine zum Umwenden aus der Fabrik Weygandt & Klein.*



Eine derartige Maschine[128]) ist in Abb. 122 dargestellt. Sie hat ein durchlenkbares Vordergestell; das Rahmengestell der Maschine besteht aus starken I-Eisen, und zwischen den Vorder- und Hinterrädern ist oberhalb des Wagengestells ein verstellbarer Rahmen aus Winkeleisen angeordnet, an welchem nach unten eine verstellbare vierteilige Bürstenwalze hängend gelagert ist. Dieser Rahmen läfst sich mit Hilfe eines ausziehbaren Hebels um rund 90° drehen, die Umstellung erfordert nur ein paar Sekunden.

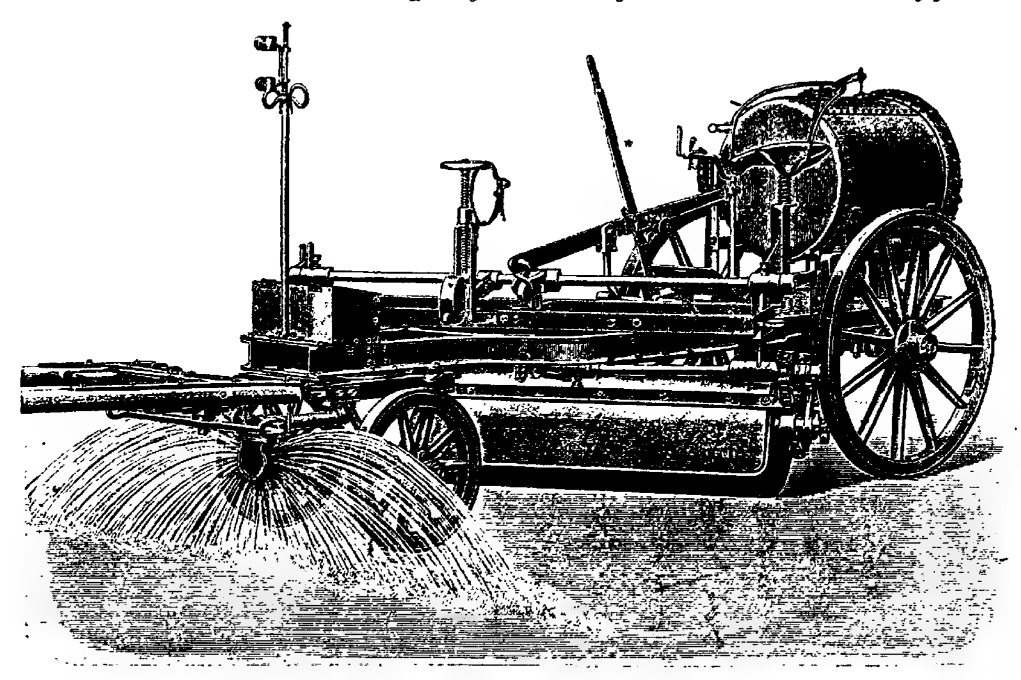
Das Gewicht der Bürstenwalze ist durch ein Gegengewicht ausgeglichen und kann vom Kutschersitze aus gehoben oder gesenkt werden, ebenso kann das In- und Aufserbetriebsetzen der Walze durch Aus- bezw. Einrücken eines am Kutschersitze angebrachten Hebels bewirkt werden. Die Maschine ist in der Handhabung etwas umständlicher, als die einfache Kehrmaschine, ihre Verwendung dürfte aber da angezeigt sein, wo eine Stadtverwaltung nicht eine gröfsere Anzahl Kehrmaschinen besitzt, die hintereinander arbeiten können. Auch ist es zweckmäfsig, einen besonderen Arbeiter beizugeben, der das Heben und Senken der Bürste und das Wenden derselben besorgt.

[127]) Katalog von Weygandt & Klein, 1901.

[128]) Katalog von Weygandt & Klein, 1901, S. 21.

γ. Kehrmaschinen mit Vorrichtungen zum Verladen des Kehrichts und zum Besprengen. Maschinen, welche den Strafsenkehricht sofort verladen, sind schon in verschiedener Anordnung zur Ausführung gelangt. Bei der einen Konstruktion schaffen die Maschinen den Kehricht in tiefliegende Sammelbehälter[129]), welcher behufs Ausschüttens des Kehrichtinhaltes abgenommen werden kann. Bei einer anderen Art[130]) wird der Kehricht sofort durch einen Elevator gehoben und fällt mittels eines Ausschütters in einen angehängten Kehrichtwagen. So gut diese Anordnung im Prinzip erscheint, so bringt die Vereinigung der beiden Vorrichtungen doch eine solche Komplikation der Maschinen und deren Handhabung hervor, dafs nur selten Anwendung von derartigen Maschinen gemacht worden ist, weshalb eine weitgehende Beschreibung der Einzelheiten hier unterbleiben kann.

Abb. 123. *Strafsenkehrmaschine mit Sprengvorrichtung aus der Fabrik Weygandt & Klein.*



Maschinen, mit deren Hilfe aufser dem Kehren gleichzeitig ein Besprengen der Strafsen möglich ist (Abb. 123), können da angezeigt sein, wo kleinere Reinigungsarbeiten auf einzelnen Strafsen oder Plätzen auszuführen sind, und wo es sich nicht verlohnt, vor der Reinigungsmaschine einen Sprengwagen vorausgehen zu lassen. Die Anordnung besteht einfach aus einem kleinen Behälter von etwa 200 l Inhalt, welcher vorn auf der Kehrmaschine aufgestellt ist und durch eine Hebelvorrichtung vom Kutschersitze aus in Tätigkeit gesetzt werden kann.[131]) Die Verwendung der Maschine zu gröfseren Arbeiten verbietet sich schon durch den geringen Fassungsraum des Wasserbehälters.

c) Leistung der Kehrmaschinen. Wenn in einer Stadt grofse zusammenhängende Flächen zu reinigen sind, so ist die Kehrmaschine gegenüber der Reinigung von Hand von wesentlichem Vorteil, vorausgesetzt ist dabei allerdings auch, dafs die Strafsen gut unterhalten, also möglichst eben sind, da unregelmäfsige Flächen (Chaussee, rauhes Pflaster) sich zur Reinigung durch Kehrmaschinen nicht eignen.

[129]) Kehrmaschine von R. G. Pittmann. Scientific american 1879, II. S. 339.

[130]) William March, London. Strafsenkehrmaschine, D. R. P. vom 5. Okt. 1884. — Kehrmaschine von Taylor. Engineering 1885, II. S. 337. — Kehrmaschine von Kleemann, Obertürkheim b. Stuttgart. Zentralbl. d. Bauverw. 1887, S. 466. Vergl. auch das Literaturverzeichnis.

[131]) Katalog von Weygandt & Klein.

Es erscheint zweckmäfsig, zwei oder mehrere Maschinen hintereinander arbeiten zu lassen, so dafs der durch eine voranfahrende Maschine gebildete Kehrichtstreifen von einer nachfolgenden sofort weitergeschafft wird. Es wird hierdurch das oftmalige Wenden der Maschinen und ihre Leerfahrt erspart.

Die Kosten des Kehrens werden deshalb geringer ausfallen, wenn mehrere Maschinen gleichzeitig tätig sind; es erklärt sich hieraus auch, dafs die Leistungen der Maschinen verschieden, von 5500 bis 8000 **qm** f. d. Stunde angegeben werden. Die erstgenannte Zahl mag etwa für unebenes Pflaster gelten, für gutes Pflaster werden etwa 7000 **qm** und für Asphaltstrafsen 8500 **qm** als Arbeitsleistung in der Stunde anzunehmen sein.

Die Kehrmaschinen bewerkstelligen die Reinigung rascher und billiger als Strafsenkehrer; in Hamburg hat man angenommen, dafs eine Maschine bei etwa achtstündiger Nachtarbeit täglich durchschnittlich 30000 **qm**, ein Arbeiter bei zehnstündiger Arbeitszeit etwa 5000 **qm** reinige, nach Beobachtungen in Frankfurt betragen die Kosten des Kehrens von Hand 109 Pfg. für 1000 **qm** Strafsenfläche, beim Maschinenkehren, falls eine einzelne hin- und herfahrende Maschine verwendet wird, 84 Pfg., dagegen bei gruppenweiser Verwendung von zwei oder drei Maschinen nur 65 bezw. 58 Pfg.

Die Kehrmaschinen sind möglichst sauber zu halten, der frische Schmutz mufs durch Abwaschen beseitigt werden, da eingetrockneter schwer zu entfernen ist. Die gröfste Abnutzung erfahren die Piassavabürsten; eine Erneuerung der Bürste wird etwa nach 220 stündiger Arbeitszeit nötig sein. Die Tageskosten einer Maschine werden zu 7 M. angegeben, wozu noch die Ausgaben für Erneuerung der Bürste mit etwa 1,2 M. zuzuschlagen sind.

2. Maschinen zum Beseitigen des Schnees. Die Beseitigung von Schnee und Eis kann entweder durch Auftauen des Schnees geschehen, oder durch Maschinen, welche ihn bei Seite schieben, so dafs die Strafsenfahrbahn für die Fuhrwerke befahrbar wird.

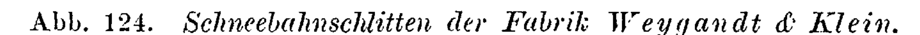
a) Maschinen zum Auftauen des Schnees sind schon mehrfach hergestellt worden; es wäre gewifs erwünscht, wenn es gelingen würde, durch Dampf oder erhitztes Wasser den Schnee entweder unmittelbar in den Strafsen oder in Sammelgruben zu schmelzen, weil dann das Schneewasser einfach durch die städtischen Kanäle abgeleitet und dadurch die grofsen Kosten erspart werden könnten, welche in manchen Städten jährlich auf die Schneeabfuhr aufgewendet werden müssen. Man hat derartige Versuche schon in London[132]) und anderen Städten angestellt, die Kosten stellten sich aber als zu grofs heraus (in London rund 1 bis 1,5 M. f. d. **cbm** festen Schnee oder rund 4 Pfg. f. d. **qm** Strafsenfläche, wobei die Beifuhr des Schnees zu den Schmelzvorrichtungen noch nicht gerechnet ist); es wird deshalb auf praktische Anwendung derartiger Hilfsmittel für die Schneebeseitigung nicht zu rechnen sein. Dagegen ist in besonderen Fällen das Auftauen des Schnees durch Salzstreuen als zweckmäfsig zu bezeichnen, indem bekanntlich eine Salzlösung erst bei höheren Kältegraden gefriert (eine Mischung von 1 **kg** Wasser und $^1/_3$ **kg** Kochsalz ergibt eine Flüssigkeit mit einer Temperatur von — 21° C.).

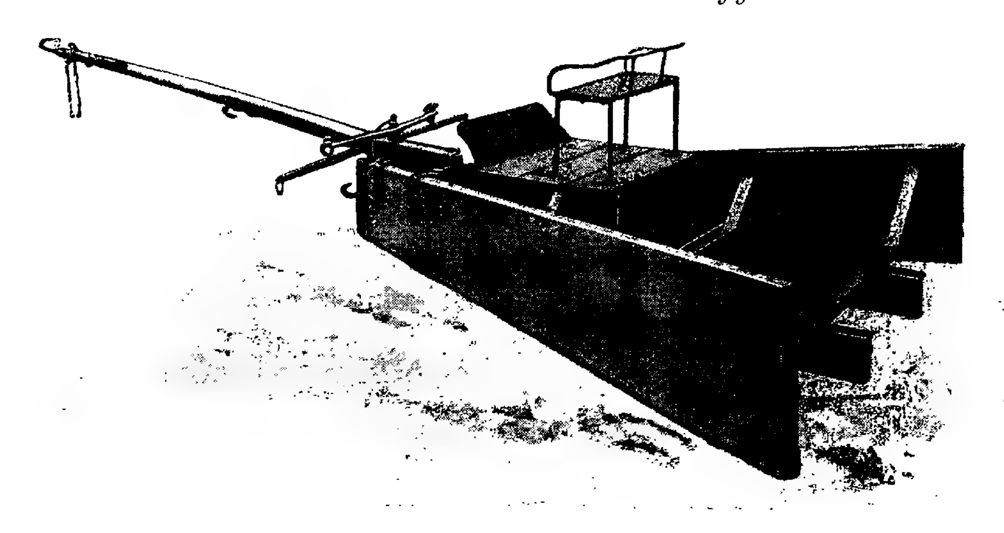
Zum Auftauen des Schnees auf den Strafsen selbst ist diese Art wohl ebenfalls zu teuer, aber sie ist von grofser Wichtigkeit für Strafsenbahnen, indem hier leicht durch Aufstreuen von Salz auf die Fahrschienen diese von Schnee und festgefahrenem Eis leicht befreit werden können und häufig nur hierdurch der Betrieb auf den Strafsen-

[132]) Vorrichtung von Clarke. Deutsche Bauz. 1882, S. 109.

bahnen aufrecht erhalten werden kann, namentlich bei anhaltenden Schneefällen. Das Aufbringen des Salzes geschieht durch Salzstreuwagen, eine von J. Lestmann herrührende Konstruktion ist in Bd. V des Handbuches für spezielle Eisenbahntechnik, S. 384 beschrieben; das Salz befindet sich am hinteren Ende des Wagens in einer aufrecht stehenden Trommel mit lotrecht drehbarer Welle, an welcher vier windschief gebogene Flügel angebracht sind, zwei kupferne Rohre leiten das Salz zu den Schienen. Durch langsameres oder rascheres Drehen der Welle kann die Salzzuführung geregelt werden.

Die Zuführung von Salz auf die Oberfläche der Strafse ist für die Strafsenbefestigung nicht unbedenklich, indem das Salzwasser an den Seitenflächen der Schienen herab in den Unterbau der Strafse eindringt. Bei chaussierten oder in gewöhnlicher Weise gepflasterten Strafsen wird die chemische Einwirkung der Salzlösung nicht erheblich sein, aber die Erfahrung zeigt, dafs bei Strafsen mit Betonunterbettung (Asphaltstrafsen, Holzpflaster) der Beton notleidet (s. auch Kapitel III). Es ist deshalb in einzelnen Städten schon die Verwendung von Salz zum Beseitigen des Schnees auf Strafsenbahnen verboten worden.


Abb. 124. *Schneebahnschlitten der Fabrik Weygandt & Klein.*



b) Schneebahnschlitten und Schneepflüge. Was nun die eigentlichen Maschinen zum Beseitigen des Schnees auf städtischen Strafsen anbelangt, so sind es die mit Pferden bewegten Schneepflüge, wie sie auch bei Landstrafsen Verwendung finden (s. Kap. I, § 19, S. 149). Die einfachste Form bilden die keilförmigen Schneebahnschlitten mit lotrecht stehender Schneide (s. Abb. 124), welche entweder aus Holz oder in neuerer Zeit für städtische Strafsen aus Eisen gebaut werden. Die Seitenwände des Schlittens schieben den Schnee zur Seite, die freiwerdende Bahn erhält entsprechend der hinteren Pflugbreite hierdurch eine Breite von 3 bis 4 m. Da es bei städtischen Strafsen nicht wie bei Landstrafsen darauf ankommt, dafs eine für Schlitten fahrbare Schneebahn erhalten wird, so erscheint es zweckmäfsig, die Schneeschlitten auf Kufen laufen zu lassen, welche nur um rund 2 cm unter der Streichbahn vorstehen und welche bewirken, dafs der Schlitten beim Betrieb stets der geraden Richtung folgt und nicht wie ein gewöhnlicher Bahnschlitten ohne Kufen durch Steuerbäume in der geraden Richtung gehalten werden mufs. Die Seitenwände des Schlittens sind nach hinten aufsteigend angeordnet, sie können auch mit scharnierartig verstellbaren Flügeln angeordnet werden, um nach Bedarf die Spurweite zu vergröfsern. Als Material für städtische Schneepflüge eignet sich am besten das Eisen, während die für Landstrafsen benutzten Pflüge der einfacheren Herstellung und Ausbesserung wegen meist aus Holz bestehen.

Die entsprechend Abb. 124[133]) gebauten Schlitten kosten bei einer

Spurweite von . . .	3,0	3,5	4,0 m
mit fester Seitenwand	500	550	600 M.

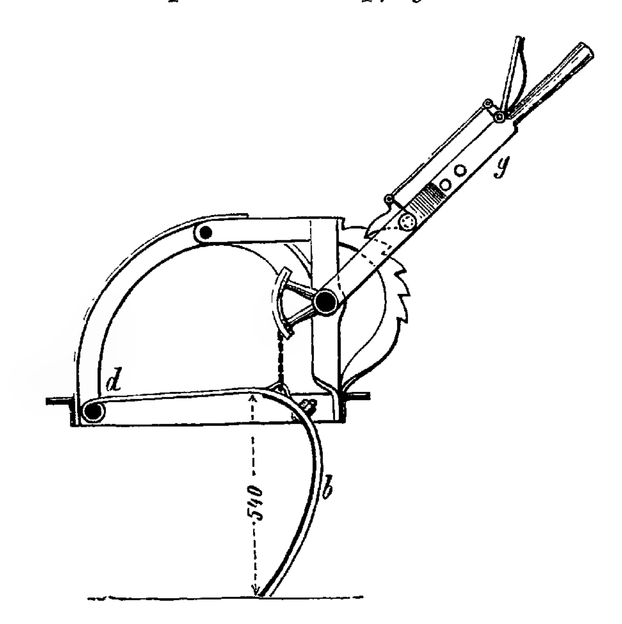
Eine Verbesserung dieser einfachen keilförmigen Schneepflüge kann dadurch erreicht werden, dafs man den Keil mit lotrechter oder nahezu lotrechter Schneide beibehält, welcher aber noch einen Keil mit schräger, nahe am Boden liegender Schneide derart durchsetzt, dafs die letztere vorn, die lotrechte Schneide aber in angemessenem Abstande hinter jener liegt. Man kann dann die Anordnung noch weiterhin derart ausbilden, dafs der Übergang von einem der Keile zum anderen durch gekrümmte Flächen gebildet wird. Durch den vorderen Keil wird der Schnee gehoben, durch den nachfolgenden Keil mit lotrechter Schneide aber nach beiden Seiten abgedrückt, so dafs im Schnee sich ein Einschnitt mit lotrecht zusammengedrückten Wänden bildet.[134])

Diese Anordnung eignet sich allerdings besser für Eisenbahnen, immerhin können aber derartige Schneepflüge zum Abräumen von Strafsenbahngleisen benutzt werden.[135])

Eine wesentliche Verbesserung der Schneepflüge besteht darin, ihnen die Anordnung der Kotabziehmaschinen zu geben, wie sie oben unter 1. a) S. 325 u. 326 beschrieben sind. Der Unterschied in der Anordnung besteht darin, dafs die Abziehschaufeln höher sind, als bei den Abziehmaschinen (rund 0,5 m), dafs auch die Anzahl der Schaufeln geringer ist, weil es nicht darauf ankommt, den Schnee ganz vollständig vom Strafsenkörper zu entfernen.

Eine erste derartige Anordnung rührt von Dürkoop & Co. in Braunschweig her; der Dürkoop'sche Schneepflug hat ein zur Fahrrichtung schrägstehendes Rahmenwerk, welches auf drei Walzrädern und vorn auf einem schlittenartigen, der Deichsel als Stütze dienenden Bügel aufruht (der lotrechte Schnitt dieses Pflugs ist in Abb. 125 dargestellt). Innerhalb des Rahmenwerks sind hohe gufseiserne Schaufeln *b* von etwa 0,5 m Breite nebeneinander angebracht, deren untere Kanten mit schmiedeisernen Schienen verstärkt sind. Diese Schaufeln sind um eine gemeinschaftliche Achse *d*, eine jede für sich, drehbar; in ihrer Gesamtheit bilden sie eine zusammenhängende, dem Streichbrett eines Ackerpflugs vergleichbare Fläche. Durch einen Handhebel *g* können sie zusammen gehoben oder gesenkt werden, haben aber in jeder Stellung die Fähigkeit, nach oben auszuweichen. Die Maschine schliefst sich den Unebenheiten der Strafse besser an, als die eingangs beschriebenen Schneepflüge. Die Schaufeln schneiden in den nassen und selbst in festgefrorenen Schnee leicht ein, durch den nach oben überhängenden Teil der Schaufeln wird der Schnee gezwungen an der Schaufelfläche fortzugleiten und legt sich schliefs-

Abb. 125. *Lotrechter Schnitt durch den Dürkoop'schen Schneepflug.* M. 1 : 25.



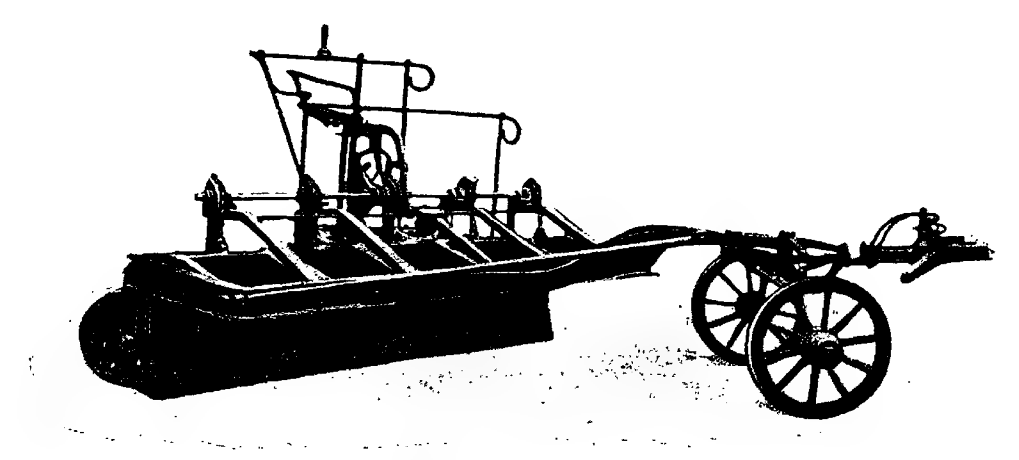
[133]) Katalog von Weygandt & Klein 1901, S. 28.

[134]) IV. Band des Handbuchs für spezielle Eisenbahntechnik (2. Aufl.), S. 463.

[135]) Die Beschreibung eines derartig ausgebildeten Schneepflugs für Strafsenbahnen s. Bd. V des Handbuchs für spezielle Eisenbahntechnik, S. 385, Abbildung Tafel LXIII, Fig. 10 bis 14.

lich seitlich ab. Als Bespannung sind bei mäfsigem Schneefall nur zwei Pferde, zur Bedienung ein Fuhrmann und ein Hilfsarbeiter nötig. Ein Dürkoop'scher Schneepflug mit sieben Schaufeln (Arbeitsbreite 2,25 m) wiegt etwa 830 kg und kostet 850 M.


Abb. 126. *Schneepflug der Fabrik Weygandt & Klein.*



Die neueren Maschinen sind nach denselben Grundsätzen gebaut. Die in Abb. 126[136]) dargestellte Maschine ist mit Ausnahme der hölzernen Räder des Vordergestells ganz in Eisen hergestellt und besteht aus einem Rahmen von U-Eisen, welcher vorn mittels eines starken schmiedeisernen Gabelstücks auf dem mit Scheibenkranz zum Durchlenken versehenen Vordergestell und hinten auf zwei unmittelbar am Rahmen befestigten, schweren gufseisernen Rollen gelagert ist. Der Rahmen ist unter einem Winkel von 30° angeordnet, die Schaufeln bestehen aus Gufseisen und sind mit ersetzbaren Stahlplatten versehen, die vom Kutschersitze aus vermittelst Schnecke und Schneckenradsegment gehoben oder gesenkt werden können. Hinten am Rahmengestell ist der Kutschersitz angebracht, welcher mit einem eisernen Geländer versehen ist. Preise bei 2 m Arbeitsbreite mit fünf kleinen Schaufeln 875 M., bei 3 m Arbeitsbreite mit sieben Schaufeln 1000 M.

In manchen Städten findet die Beseitigung des Schnees vorzugsweise von Hand statt, es ist dies für die Fufswege wohl selbstverständlich; meistens liegt diese den Hausbesitzern ob, da es bei eintretendem starkem Schneefall für die städtischen Verwaltungen gar nicht möglich ist, so rasch genügende Arbeitskräfte zu beschaffen, dafs die Fufswege für die Fufsgänger begehbar werden. Für die Fahrbahnen von städtischen Strafsen mit starkem Verkehr haben Schneeschlitten den Nachteil, dafs der Fuhrwerkverkehr nicht unerheblich beeinträchtigt wird, es mufs deshalb die Schneebeseitigung mittels Schneeschlitten auf die frühen Morgenstunden verlegt werden, wo der Fuhrwerkverkehr noch schwach ist, aber bei starken Schneefällen bildet der Schneepflug das einzige Mittel, die Strafsen rasch zu säubern. Bei geringem Schneefall schafft das gewöhnliche Fuhrwerk sich bald die nötige Bahn von selbst. Das Beseitigen des Schnees durch Salzstreuen kommt wohl nur vereinzelt in Anwendung.

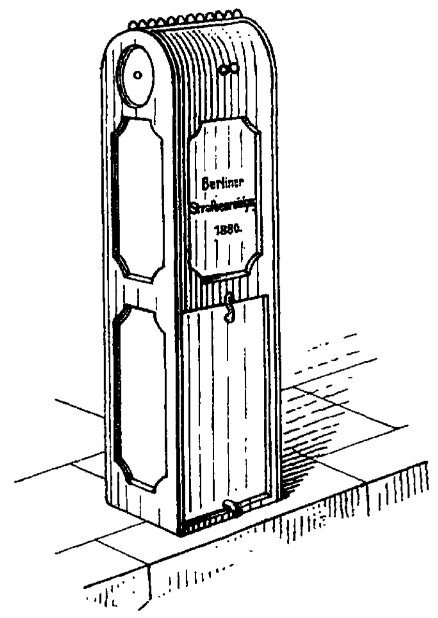
3. Einteilung und Ordnung des Reinigungsdienstes. Die Übernahme der Reinigungsarbeiten durch die städtischen Verwaltungen wurde schon oben als das Wünschenswerte bezeichnet, obgleich gegenwärtig noch in vielen, namentlich kleineren Städten die Reinigungsarbeit den Anliegern obliegt. In letzterem Fall wird aber immerhin die Hauptreinigung chaussierter Strafsen der Gemeinde zufallen und wenn im allgemeinen

[136]) Katalog von Weygandt & Klein, 1901, S. 26 u. 27.

die Gemeinden die Reinigungspflicht übernehmen, so werden in manchen Fällen, wie bei heftigem Schneefall und bei Glatteis, die Stadtbewohner helfend eintreten müssen.

Zu den Arbeiten, welche wohl immer der Stadtverwaltung obliegen, ist zu rechnen das Abräumen des Unrats der Zugtiere, welches baldigst erfolgen mufs, damit er durch nachfolgendes Fuhrwerk nicht auf der Strafse festgefahren wird. Die Beseitigung erfolgt am besten durch ständig angestellte Strafsenwärter, denen je nach der Stärke des Verkehrs gröfsere oder kleinere Strafsenstrecken zuzuweisen sind.

Abb. 127.
Gufseiserner Sammelbehälter der Berliner Strafsenreinigung.



Die Entfernung geschieht am einfachsten mittels Piassavabürsten, die mit Kratze versehen sind, um festgefahrene Abfälle von der Strafsenoberfläche abzulösen (s. Abb. 8, Taf. VII), oder auch mittels kleiner Handbürsten; die Abfälle werden am Strafsenrand abgelegt, von wo aus sie in besonderen Abfuhrwagen abgesondert von anderem Strafsenkehricht gesammelt werden können; sie bilden den wertvollsten Teil des Strafsenkehrichts.

In sehr verkehrsreichen Strafsen wird häufig der Abfall in gufseisernen Behältern oder auch in unterirdisch angelegten Gruben gesammelt, um eine Verstreuung desselben zu vermeiden; die Abb. 127 zeigt die Anwendung eines gufseisernen Behälters[137]), der am besten an passender Stelle auf dem Rande der Fufswege aufgestellt wird.

Die weiter vorzunehmenden Reinigungsarbeiten sind sehr verschieden je nach der Anordnung der Strafsenbefestigung; wir unterscheiden zwischen chaussierten Strafsen, Steinpflaster und Asphaltbelag.

a) Steinschlagstrafsen erzeugen infolge der starken Abnutzung die meisten Strafsenabfälle, ihre Reinigung ist auch deshalb schwieriger, weil selten die Strafsenoberfläche so eben sich erhält, dafs durch Besen oder Bürsten eine vollständige Säuberung sich erzielen läfst. Die Staubbildung wird deshalb bei chaussierten Strafsen immer eine grofse sein und ist dies mit ein Grund, bei städtischen Strafsen auf möglichst baldige Beseitigung chaussierter Strafsen und ihren Ersatz durch Pflaster hinzuwirken.

Bei einer belebten Strafse ist darauf zu rechnen, dafs sie jährlich wenigstens einmal oder sogar zweimal mit neuer Schotterdecke versehen werden mufs, eine gleich grofse Materialmenge mufs jährlich als Abfall wieder von der Strafse entfernt werden, wobei auf Unreinigkeiten, die von der Seite her der Strafse zugeführt werden, keine Rücksicht genommen ist. Man hat somit auf Mengen von 0,1 bis 0,2 **cbm** für das Quadratmeter zu rechnen; die Abfälle treten als Staub oder Kot auf, es erscheint am zweckmäfsigsten, den bei trockenem Wetter sich bildenden Staub sofort zu entfernen. Somit ist aufser der täglichen Entfernung des Pferdedüngers auf eine periodische Reinigung der Strafsen von Staub zu rechnen, wozu am besten Piassavabürsten zu verwenden sind, welche der Arbeiter derart zu handhaben hat, dafs möglichst wenig Staub aufgewirbelt wird. Tritt Regenwetter ein, so bildet sich flüssiger Kot, welcher durch Kehrmaschinen zu entfernen ist. Die Reinigung erfolgt hier in sehr vollständiger Weise trotz der rauhen Strafsenoberfläche, alle Abfälle werden hierbei entfernt und es darf deshalb nicht versäumt werden, sofort nach stärkeren Regenfällen diese Reinigung

---

[137]) Dietrich, Asphaltstrafsen. Berlin 1882. S. 153.

durchzuführen. Hat sich zäher Kot gebildet, so reicht die Kehrmaschine nicht mehr aus und tritt die Abziehmaschine an deren Stelle; die Reinigung erfolgt hierbei aber nicht so vollständig, es liegt auch die Gefahr vor, dafs die Kratzschuhe Teile des Steinschlags mit wegnehmen und die Strafse beschädigen.

Der bei der Reinigung auf die Seite geschaffte Staub und Kot sind baldigst abzuführen; man kann mit der Kotbeseitigung nicht warten, bis er abgetrocknet ist, da der Strafsenverkehr durch das Liegenlassen zu sehr beeinträchtigt würde; dafs grofse Mengen Wasser hierbei mit abgeführt werden, mufs mit in den Kauf genommen werden. Zur Abfuhr genügen offene Karren mit rund 1 cbm Inhalt, wie solche für die gewöhnliche Erdbeförderung verwendet werden; es erscheint angezeigt, die Karren zum Kippen einzurichten. — Das in einzelnen Städten (Paris) ausgeübte Verfahren, den Schlamm in die Strafsenkanäle einzuwerfen, ist bei den neueren Ausführungen der Entwässerungskanäle nicht angängig, woher er wie der andere Strafsenkehricht abzuführen ist.

Die Reinigung der Fufswege chaussierter Strafsen erfolgt am einfachsten durch die Anwohner, es wird täglich oder wenigstens wöchentlich zweimalige Reinigung zu verlangen sein, die am frühen Morgen stattzufinden hat, so dafs die Abfälle gleichzeitig mit den Strafsenabfällen zur Abfuhr kommen. Zu der Fufswegfläche wird noch die durch den Strafsenkandel gebildete Fläche zu rechnen sein.

Besondere Aufmerksamkeit ist auf die Reinigung der gepflasterten Streifen (Gurten) zu richten, welche in chaussierten Strafsen häufig angelegt sind, um den Übergang für die Fufsgänger bei sich kreuzenden Strafsen zu erleichtern. Diese sind öfter und sorgfältiger als die chaussierten Strafsen zu reinigen, was am besten durch die ständig angestellten Strafsenwärter auf Kosten der Stadt geschieht.

b) Bei gepflasterten Strafsen ist die Reinigung viel einfacher, weil die Abnutzung der Oberfläche eine wesentlich geringere ist, als bei chaussierten Strafsen, sofern die Abnutzung der Pflastersteine für das Jahr nicht über 1 mm beträgt, somit kaum in Betracht kommt und es sich deshalb mehr um Entfernung der auf die Strafse hereingetragenen Unreinigkeiten, wie Pferdedünger, den durch die Fuhrwerke aus benachbarten Seitenstrafsen hereingeführten Kot, Abfälle von Erdbeförderungswagen u. s. w. handelt. Die Reinigung ist auch insofern eine viel einfachere, als bei der gleichmäfsig glatten Beschaffenheit der Oberfläche eine vollständige Entfernung der Abfälle leicht zu erreichen ist.

In Städten, wo die Reinigung von Strafsen und Fufswegen den Anwohnern obliegt, geschieht sie durch die einfachsten Werkzeuge, gewöhnliche Reisigbesen, und erscheint es nicht zu viel verlangt, wenn in belebten Strafsen tägliche Reinigung, in weniger belebten je 2- bis 3 malige in der Woche vorgeschrieben ist. Die Reinigung geschieht bei Tage, eine Hauptreinigung wird auf den Samstag Nachmittag zu verlegen sein. Die geringen, bei der Reinigung sich ergebenden Abfälle werden seitlich in die Nähe des Strafsenkandels abgelagert und täglich zur Abfuhr gebracht. In gröfseren Städten erscheint es zweckmäfsig, wenn die Reinigung sämtlicher gepflasterten Strafsen durch die städtische Verwaltung besorgt wird; man kann den Anliegern die Reinigung der Fufswege überlassen, oder auch diese gegen passende, von den Hauseigentümern zu leistende Entschädigung ebenfalls der Stadtverwaltung überweisen[138]), weil auf diese

[138]) In Stuttgart haben die Hauseigentümer für die von der städtischen Verwaltung zur Reinigung übernommenen Strafsenstrecken (Fahrbahn, Kandel und Fufsweg) eine jährliche Gebühr von 0,25 M. f. d. qm zu bezahlen.

Weise gröſsere Einheitlichkeit in das Straſsenreinigungswesen gebracht werden kann. Die Reinigung geschieht bei den Fuſswegen am besten durch Handarbeit (Reisigbesen), für die Fahrbahn aber treten die Kehrmaschinen ein, weil wohlfeiler und rascher arbeitend; der Handarbeit verbleibt dann nur das Zusammenkehren des durch die Kehrmaschine seitlich längs der Kandel abgelagerten Straſsenkehrichts.

Da Kehrichtmaschinen und Straſsenverkehr sich gegenseitig stören, so ist für die Reinigung die Nachtzeit vorzusehen, so daſs morgens bei Beginn des Straſsenverkehrs Reinigung und Abfuhr des Kehrichts beendigt ist. Die Reinigung geschieht in Groſsstädten in sehr verkehrsreichen Straſsen täglich, in weniger befahrenen Straſsen genügt 2- bis 3malige, ja selbst nur einmalige Reinigung wöchentlich. Der Reinigung geht bei trockenem Wetter die Besprengung (mit Gieſskannen oder Sprengwagen) voraus, welche neben der Staubbeseitigung (s. oben S. 319) den Zweck hat, den auf der Straſse festgefahrenen Kot zu erweichen; letzteres wird bei gleichzeitiger Sprengung und Reinigung nicht in vollem Maſse bewirkt.

In Frankfurt[139]) geschieht die Reinigung der chaussierten Straſsen bei Tage, die der gepflasterten bei Nacht. Eine Arbeiterkolonne für die Nachtreinigung der gepflasterten Straſsen besteht aus 1 Rottenführer, 1 bis 2 Vorarbeitern und etwa 15 Mann, jede Rotte hat einen Gieſswagen zu 1500 bezw. 2500 l Inhalt, 2 Kehrmaschinen und 2 Einspänner für die Abfuhr. Die Gieſswagen beginnen die Arbeit abends 9½ Uhr, die Kehrmaschinen um 10 Uhr, die Abfuhr um 10½ Uhr, bis morgens 8 Uhr sind die Arbeiten beendigt. Die Reinigung der Fuſswege geschieht wöchentlich zweimal und wird durch die Hausbesitzer besorgt. Auf eine Fläche von 1096150 qm gepflasterter Straſsen (einschlieſslich 114600 qm Asphalt und 31900 qm Holz) sind im Jahre 1900/01 angefallen: 19648 cbm Kehricht, somit für das Quadratmeter rund 0,02 cbm.

In Hamburg[140]) werden die Straſsen wöchentlich wenigstens einmal bei Nacht und zweimal bei Tag gereinigt, verkehrsreichere Straſsen zweimal bei Nacht und viermal bei Tag, sodann die Hauptstraſsen sechsmal bei Nacht und sechsmal bei Tag. Die Tagesreinigung wird von 6 Uhr morgens bis 6 Uhr abends von 1 Vorarbeiter und 4 Mann besorgt, welche das Absammeln der Verunreinigungen zu besorgen und für die Nachtkolonne vorzuarbeiten hat. Die Nachtkolonne besteht aus 1 Aufseher und 18 Mann, welchen zwei Kehrmaschinen beigegeben sind. Die Kehrmaschinen beginnen nach vorhergegangenem Nässen der Straſsen nachts um 11 Uhr, die Nachtkolonnen rücken um 11¾ Uhr von den Depots ab. Die Arbeitszeit der Kehrmaschinen beträgt 8 Stunden und die gereinigte Fläche etwa 88000 bis 96000 qm (rund 5500 bis 6000 qm für die Stunde).

Für Holzpflaster braucht im allgemeinen eine Änderung in der Anordnung der Reinigungsarbeiten nicht einzutreten, man wird nur mit Rücksicht auf die gröſsere Ebenheit des Pflasters zum Abziehen des Kotes der Gummischrubber sich bedienen können, wie solche bei Asphaltstraſsen Anwendung finden (s. unten). Auch ein Abwaschen des Holzpflasters ist in manchen Städten üblich.

c) Asphaltstraſsen verlangen eine sehr sorgfältige Reinigung, schon deshalb, weil nur bei sehr reiner Straſsenoberfläche bei nasser Witterung das Ausgleiten der Pferde möglichst verhütet wird. Da der auf der Straſse sich ansammelnde Pferdemist wesentlich zum Ausgleiten der Pferde Veranlassung gibt, so ist dieser bei Tage sofort durch Arbeiter zu beseitigen, die eigentlichen Reinigungsarbeiten werden dagegen am besten bei Nacht ausgeführt, wie dies in neuerer Zeit in Berlin vollständig durchgeführt wurde.[141]) Die Reinigung geschieht am besten täglich; sie besteht in einer gewöhnlichen Reinigung mittels Kehrmaschinen, wie bei anderen Straſsen, mit nachfolgender vollständiger Abwaschung, welche deshalb nicht zu entbehren ist, weil die

[139]) Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1902, S. 4.

[140]) Ebendaselbst 1901, S. 416.

[141]) Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1901, S. 52 u. 53.

Abfallstoffe, welche auf der Strafsenoberfläche festgefahren sind, durch blofses Abkehren nicht entfernt werden können. Die Strafse wird zunächst durch Giefswagen oder auch von den Hydranten aus (s. oben S. 320) kräftig besprengt, damit ein vollständiges Aufweichen der Unreinigkeiten erfolgt, und diese sodann mit Gummibesen[142]) (Gummischrubbern) nach der Seite hin abgeschoben. Der Besen besteht aus 2 halbrunden Hölzern (s. Abb. 128), zwischen denen ein Gummistreifen von 1,0 **m** Länge, 0,10 **m** Breite und 10 **mm** Stärke eingeklemmt ist. Ein Stiel ist schräg an den Klemmhölzern befestigt, so dafs beim Schieben des Besens der Schmutz sich an seiner Seite ablagert. Damit die Arbeiter den Schmutz nach jeder beliebigen Seite abschieben können, hat man Besen mit 2 Gummiplatten eingeführt (siehe Abb. 129); der Preis eines solchen Doppelschrubbers beträgt 11 M. In Berlin wird in neuerer Zeit das Waschen der Asphaltstrafsen nur noch in der Zeit von 12 Uhr nachts bis 8 Uhr morgens besorgt, aber nicht immer täglich, sondern je nach Gröfse des Verkehrs nur zwei-, drei- und sechsmal in der Woche. Bei feuchtem, nafskaltem Wetter im Herbst und Winter bildet sich auf der Asphaltbahn eine Art Kruste, welche durch Kehrmaschinen nicht entfernt werden kann. Die Abwaschung der Strafse ist wegen der Frostgefahr untunlich, es mufs aber die Kruste entfernt werden, weil sonst bei eintretendem Regenwetter die Pferde leicht stürzen. Hierzu dienen nun Schaber, wie sie oben als Bestandteile der Piassavabürsten beschrieben sind (s. Abb. 8, Taf. VII), unter Umständen können auch die Abziehmaschinen hier passende Anwendung finden.[143])

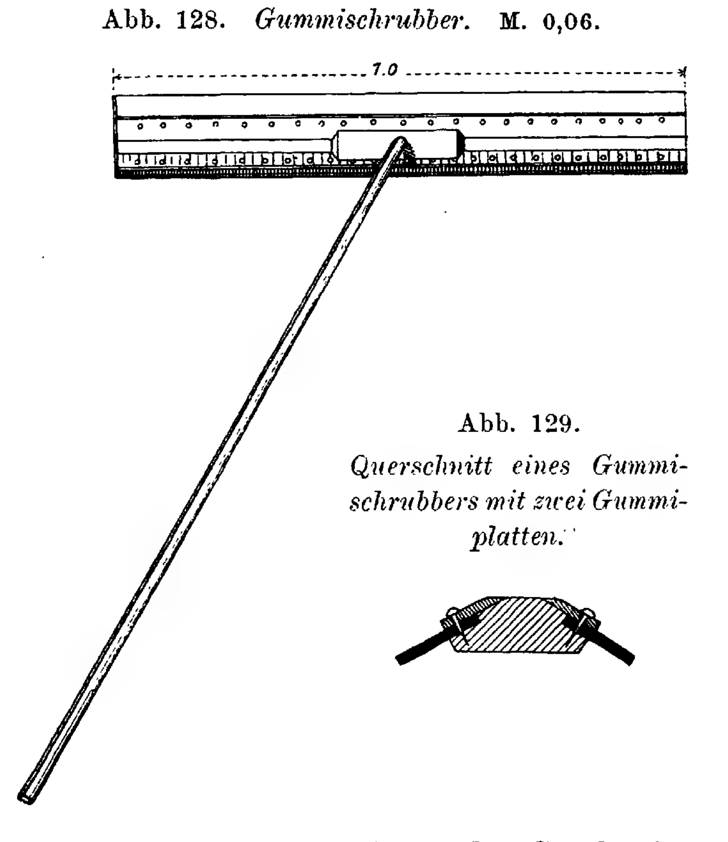


Abb. 128. *Gummischrubber.* M. 0,06.

Abb. 129. *Querschnitt eines Gummischrubbers mit zwei Gummiplatten.*

Auf der Ausstellung für Feuerschutz u. s. w. in Berlin 1901 waren Kehrmaschinen von C. Beermann-Berlin ausgestellt, welche dadurch zu Waschmaschinen verwendet werden konnten, dafs statt der Kehrbürste eine aus starken Gummiplatten gebildete Schnecke eingelegt wurde, die in der Art arbeitet, dafs in sonst üblicher Weise der Maschine ein Sprengwagen vorausfährt, wodurch der Schmutz genügend aufgeweicht wird. Eine andere von Hentschel gebaute Maschine besorgt das Besprengen und Abziehen gleichzeitig, die in Berlin gemachten Erfahrungen haben aber gezeigt, dafs bei den letztgenannten Maschinen das Erweichen des Kotes nicht vollständig erfolgt, so dafs von der Anschaffung weiterer Wagen abgesehen wurde.[144])

Schliefslich ist noch das Bestreuen der Asphaltstrafsen mit Sand zu erwähnen, das sehr gute Dienste leistet, wenn bei feuchtem Wetter sich eine Schmierschicht bildet, auf welcher die Pferde leicht ausgleiten. Der Sand wird von Hand durch Schaufelwurf aufgebracht, 1 **cbm** Sand genügt etwa für 3500 **qm** Strafse. Das Auftragen

[142]) Dietrich, Asphaltstrafsen. Berlin 1882. S. 160 u. 165.

[143]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 52.

[144]) S. daselbst die Beschreibung der Maschinen 1901, S. 362 und über die gemachten Erfahrungen S. 54.

des Sandes darf aber nicht zu häufig geschehen, da er unter dem Druck der Räder den Asphalt zerstört.

Die Abfuhr des auf gepflasterten Strafsen gewonnenen Kehrichts erfolgt wie bei chaussierten Strafsen sofort nach der Reinigung, um ein Verstreuen der auf die Seite geschafften Abfälle zu verhüten. Die zur Abfuhr benutzten offenen Karren können mit Rücksicht auf das geringe spezifische Gewicht einen Inhalt von 1 bis 2 **cbm** haben, die Verwendung der Abfuhrstoffe zu Strafsenauffüllungen und ähnlichem ist noch weniger anzuraten, als bei den Abfällen chaussierter Strafsen wegen der gröfseren Menge von organischen Stoffen, welche sie enthalten. Die Abfuhr hat deshalb auf passende aufserhalb des Stadtgebietes liegende Plätze zu geschehen, wo die bei der Zersetzung der organischen Stoffe entstehenden schlechten Ausdünstungen die Wohnstätten nicht schädigen, auch Verunreinigungen des Grundwassers ausgeschlossen sind. Diese Plätze können dann auch für Ablagerung des Hauskehrichts benutzt werden, der wegen des grofsen Gehalts an organischen Stoffen eine Entfernung aus dem Bereich der Wohnungen noch nötiger hat.

Bei der grofsen Menge der anfallenden Kehrichtstoffe ist manche Stadt schon in Verlegenheit gekommen, die nötigen Lagerplätze in nicht zu grofser Entfernung von der Stadt aufzutreiben; es wird wohl häufig nötig werden, auf Verfrachtung mittels Trambahn oder mittels der gewöhnlichen Eisenbahnen überzugehen. Das hierbei nötige Umladen der Wagen kann nun entweder dadurch erleichtert werden, dafs die Wagenkasten selbst auf die Eisenbahnwagen überladen werden, einfacher wird sich jedoch die Beförderung gestalten, wenn die Karren zum Umkippen eingerichtet und einfache Absturzbühnen auf den Bahnhöfen eingerichtet werden, mit Hilfe deren das Abstürzen des Karreninhaltes in die Eisenbahnfahrzeuge möglich ist. Es wird in diesem Fall die Mitnahme toten Gewichts und die Zurückbeförderung der Karrenkasten erspart.

4. Die **Kosten der Strafsenreinigung** hängen ab von der Stärke des Verkehrs, der Art der Strafsenbefestigung, namentlich aber von der Höhe der Anforderungen, die an die Reinlichkeit und Sauberkeit der Strafsen gestellt werden. Man wird in kleineren Städten oder in den Bauquartieren der Grofsstädte sich mit 1- bis 2maliger wöchentlicher Reinigung begnügen, während in den Hauptstrafsen häufig die Reinigung täglich erfolgt.

Nach Dietrich[145]) betragen die Kosten für gepflasterte Strafsen bei einmaliger wöchentlicher Reinigung 6 bis 7 Pf. für das Quadratmeter, bei zweimaliger 11 bis 14, bei sechsmaliger 34 bis 43 Pf., wobei das Besprengen nicht mitgerechnet ist. Für Asphaltstrafsen stellen sich die Kosten bei zweimaliger Reinigung auf 29, bei täglicher auf 52 Pf., wobei die Kosten für das Abwaschen inbegriffen sind.

In Stuttgart betrugen im Jahre 1899 die Ausgaben für Strafsenreinigung (ohne Begiefsen und Kehrichtabfuhr) für das Quadratmeter im Durchschnitt 16,8 Pf., in Frankfurt nach dem Jahresbericht von 1900 (ohne Schneeabfuhr) 21,4 Pf.

Die Beseitigung des Schnees geschieht, wie schon oben S. 337 angeführt, auf der Fahrbahn in der Regel durch die städtische Verwaltung, auf den Fufswegen werden wohl mit Recht die Hausbesitzer herangezogen, da es den städtischen Behörden bei starken Schneefällen schwer fällt, rasch die nötigen Hilfskräfte beizuziehen. Auf der Fahrbahn wird am einfachsten durch Schneepflüge oder Schneeabzugmaschinen (S. 336) der Schnee auf die Seite der Strafse längs des Strafsenkandels herangezogen, für die

---

145) Dietrich, Asphaltstrafsen. Berlin 1882. S. 171.

Handarbeit bleibt sodann noch die Freimachung der Strafsenübergänge in Querstrafsen für den Fufsgängerverkehr, die Reinigung der Zugänge zu öffentlichen Gebäuden u. s. w. und das Zusammenschaufeln des durch die Schneepflüge und von den Fufswegen längs der Kandel hergeschafften Schnees in Haufen für die Abfuhr.

Diese letztere wird nur bei anhaltender Kälte nötig sein, in verkehrsreichen Strafsen erscheint es allerdings nicht angezeigt, das Schmelzen des Schnees bei Tauwetter abzuwarten und die grofsen Kosten für die Abfuhr dürfen nicht gescheut werden, namentlich wenn Strafsenbahnen die Fahrwegbreite einengen und der rege Verkehr die Freimachung der ganzen Fahrbahnbreite verlangt.

5. Die **Abfuhr des Schnees** kann auf Lagerplätze aufserhalb der Stadt geschehen, wo das Schmelzen der Abfuhrmasse abgewartet werden kann, besser ist das Einführen in einen Flufs oder, wo ein solcher nicht vorhanden ist, in die Abzugskanäle der Stadt, vorausgesetzt, dafs diese genügendes Gefälle haben, so dafs ein rasches Abfliefsen zu erreichen ist. Falls zur Zeit die Kanäle nicht genügende Wassermengen führen, ist durch Einführung von Wasser mittels der Hydranten aus der städtischen Wasserleitung nachzuhelfen; die Ausgaben für das Wasser machen sich durch Ersparnisse an den Fuhrkosten reichlich bezahlt.

Die Abb. 130 u. 131 (S. 344) zeigen die Anordnung eines Schnee-Einwurfschachtes. Der in den Schacht fallende Schnee wird durch einen auf der Kanalsohle stehenden Arbeiter nach und nach in den Wasserlauf hereingezogen, so dafs die Bildung von Verstopfungen verhütet wird. Führt der Kanal nicht genügend Wasser, so kann durch Öffnen des neben dem Einwurfschachte liegenden Hydranten, der das Wasser einem Strahlapparate zuführt, weiteres Wasser beigeschafft werden.[146])

Zu den Arbeiten, welche im Winter bei eintretendem Frost oder Schneefall erforderlich sind, ist auch noch das Bestreuen der Fufswege und Strafsenübergänge mit Sand oder Asche zu zählen, um das Ausgleiten der Fufsgänger zu vermeiden. Bezüglich der Fufswege werden die Anlieger beizuziehen sein, die Übergänge von Strafsenkreuzungen sind dagegen von Seiten der städtischen Verwaltung zu bestreuen. Bei Schneefall ist wohl das Einfachste, behufs Vermeidung von Glätte den frisch gefallenen Schnee sofort zu entfernen; es gelingt dies aber nicht immer, weil bei eintretendem Schneefall sofort durch die Fufsgänger der Schnee teilweise festgetreten wird und Gefahr besteht, dafs durch Entfernung des fest gewordenen Schnees die Befestigung der Fufswege stark notleidet. Eine Bestreuung wird deshalb bei Schneefall mehrfach nötig sein.

Wie schon oben erwähnt, haftet der Schnee auf den verschiedenen Befestigungsmaterialien der Fufswege sehr ungleich, am ungünstigsten zeigen sich Tonplatten (s. oben S. 289), am gleichmäfsigsten lagert sich der Schnee auf Asphaltbelag ab, auch die Entfernung bei eintretendem Tauwetter vollzieht sich am gleichmäfsigsten vermöge der glatten Oberfläche der Fufswege und dem gänzlichen Abschlufs des Grundwassers, das bekanntlich bei Tonplatten zum Aufsteigen von Wasser in den Fugen und zur Bildung von Frostwulsten Veranlassung gibt.

Nicht zu empfehlen ist es, zur Beseitigung von Schnee und Eis auf den Fufswegen Salz zu verwenden, da die Fufsbekleidung durch das entstehende Salzwasser notleidet und die Hunde wunde Füfse bekommen, es ist deshalb in manchen Städten das Salzstreuen auf den Fufswegen polizeilich verboten (Stuttgart).

---

[146]) Nach einer Zeichnung des Kanalbauamts Stuttgart.

Abb. 130 u. 131. *Schnee-Einwurfschacht.* M. 1 : 75.

Abb. 130. Querschnitt.

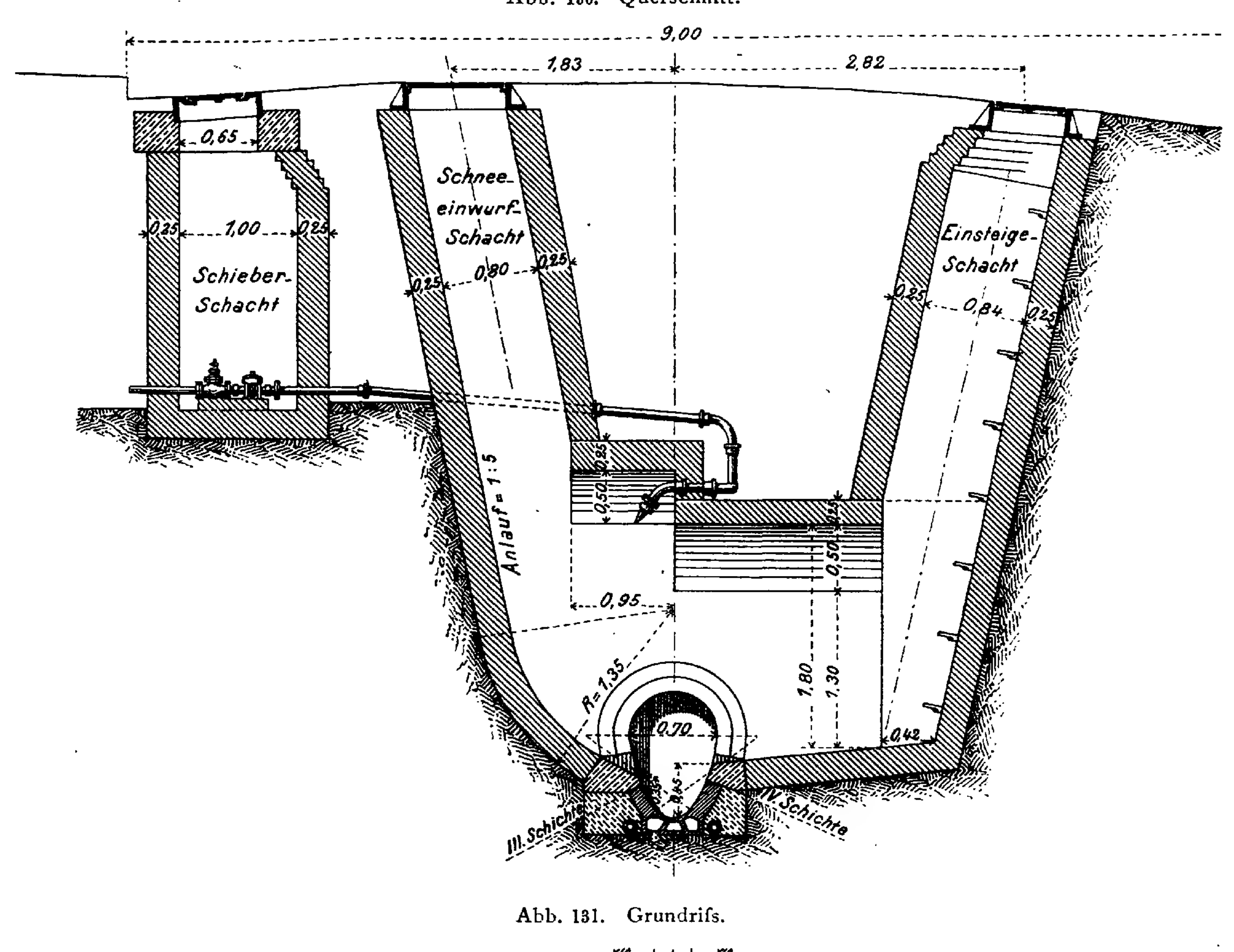
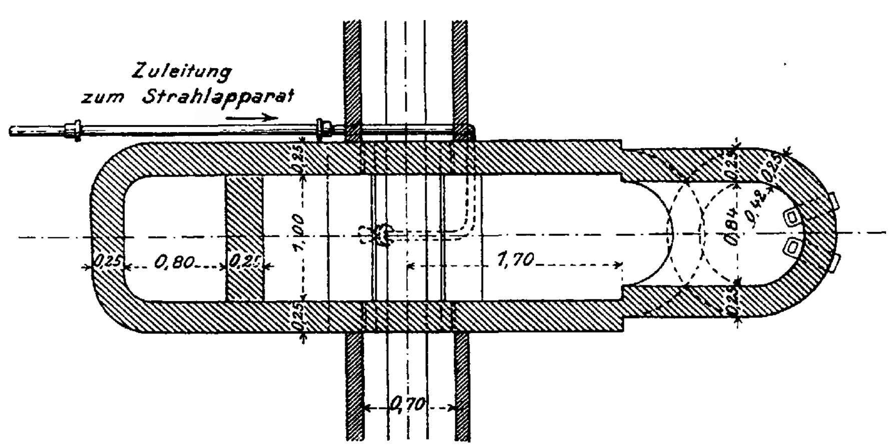


Abb. 131. Grundrifs.



In neuester Zeit wird der Verwendung von Automobilen zur Beförderung der Strafsenfahrzeuge grofse Aufmerksamkeit geschenkt und fragt es sich, ob nicht die für die Reinigung der Strafsen benutzten Vorrichtungen (Kehr- und Sprengmaschinen) durch Automobile bewegt werden könnten. Ein auf dem Wagen fest aufgestellter Motor wird wohl als unzweckmäfsig zu bezeichnen sein, da die Kehr- und Sprengmaschinen nicht das ganze Jahr hindurch in Tätigkeit sind, der Motor somit längere Zeit aufser Gebrauch stehen würde. Dagegen könnte es sich empfehlen, kleine Motoren zum Anhängen anzuschaffen, so dafs diese, wenn die Sprengwagen aufser Dienst gestellt werden, anderweitig Verwendung finden könnten, etwa zur Bewegung der Müllwagen. Englische Fabriken haben derartige Maschinen schon in verschiedenen Formen gebaut.[147]) Er-

[147]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 285.

fahrungen über die Brauchbarkeit, namentlich auch mit Rücksicht auf den wirtschaftlichen Erfolg, sind abzuwarten.

§ 15. Beseitigung des Kehrichts der Haushaltungen. Es wird wohl kaum bemerkt zu werden brauchen, dafs die Beseitigung des Hauskehrichts zu den Hauptaufgaben der städtischen Reinigung gehört, ebenso einleuchtend ist es, dafs er nicht einfach auf der Strafse abgelagert werden darf, um etwa mit dem Strafsenkehricht beseitigt zu werden, dafs dessen Abfuhr somit selbständig geschehen mufs. Es handelt sich also nicht um eine Arbeit, die dem Strafseningenieur zufällt, die aber hier wenigstens kurz berührt werden soll, da die Hauskehrichtabfuhr häufig durch dieselbe Verwaltung wie die Abfuhr des Strafsenkehrichts besorgt wird.

Die einfachste Art der Beseitigung des Hauskehrichts dürfte wohl darin bestehen, dafs die Abfälle von Haushaltungen, vom Gewerbebetrieb und von Fabrikanlagen in besonderen (am besten verschlossenen) Gefäfsen gesammelt werden, welche man behufs der Abfuhr in Hofeinfahrten, Vorplätzen der Gebäude, oder wo solche nicht vorhanden sind, auf den Fufswegen bereitstellt. Die Abfuhr sollte dann so frühzeitig geschehen, dafs der Strafsenverkehr durch die Gefäfse und das Verladen derselben möglichst wenig belästigt wird. Die Verbringung des Hauskehrichts in Gruben dürfte ebensowenig zu empfehlen sein, als für den Strafsenkehricht; wenn die Abholung nicht in kurzen Zeiträumen erfolgt, so sind üble Ausdünstungen aus den Gruben unvermeidlich.

Die Abfuhr des Hauskehrichts erfolgt entweder durch die Fuhrwerke der städtischen Verwaltungen oder durch besondere Unternehmer; sie hat in verschlossenen Wagen zu geschehen, um die Bildung von Staub und Ausdünstungen zu vermeiden und namentlich den häfslichen Anblick der Abfuhrstoffe den Vorübergehenden zu entziehen. Behufs bequemen Ausladens sind die Wagen mit abnehmbaren Wänden zu versehen oder zum Kippen einzurichten; einfache Beispiele solcher Wagen zeigen die Abb. 132 bis 136[148]) (s. S. 346), einige zum Kippen eingerichtet, andere mit umlegbaren Wänden versehen und mit aufschlagbaren Deckeln ausgestattet, welche einzeln gehoben werden können, wenn das Einladen des Kehrichts erfolgt. Der Wagen Abb. 135 u. 136 (Bochum) ist mit aufhebbaren Deckeln und Kippvorrichtung versehen.

Da die Müllwagen das ganze Jahr hindurch im Gebrauch sind, so können sie mit feststehenden Motoren versehen werden. Die Müllwagen werden am besten zum Kippen eingerichtet. Beispiele von solchen mit Motoren versehenen aus englischen Fabriken siehe in dem oben genannten Aufsatze.[149])

Die Menge des zu beseitigenden Hauskehrichts ist nicht unbedeutend; sie beträgt nach Baumeister[150]) im Durchschnitt f. d. Kopf der Bevölkerung verschiedener Städte f. d. Jahr 0,33 **cbm**[151]) mit einem Gewicht von rund 700 **kg**, ergibt somit für die Grofsstadt ganz beträchtliche Mengen, deren Unterbringung grofse Schwierigkeiten hat. Wird die Ablagerung auf Plätze in der Nähe der Stadt verlegt, so liegt die Gefahr vor, dafs namentlich im Sommer die Ausdünstungen der sich zersetzenden organischen Stoffe die Umgegend verpesten und dafs durch das durchsickernde Tagewasser unreine Stoffe in den Untergrund und das Grundwasser eingeführt werden und hierdurch Brunnen und Quellwasserleitungen vergiftet werden können; bei entfernt liegenden Plätzen ver-

---

148) Katalog von Weygandt & Klein, Feuerbach-Stuttgart.

149) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 285.

150) Baumeister, Städtisches Strafsenwesen. Berlin 1890. S. 173.

151) Nach einem Vortrag von Degener 0,25 cbm (Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 505).

Abb. 132 bis 136. *Kehrichtabfuhrwagen.*

Abb. 132. Kippwagen mit eisernem Deckel.

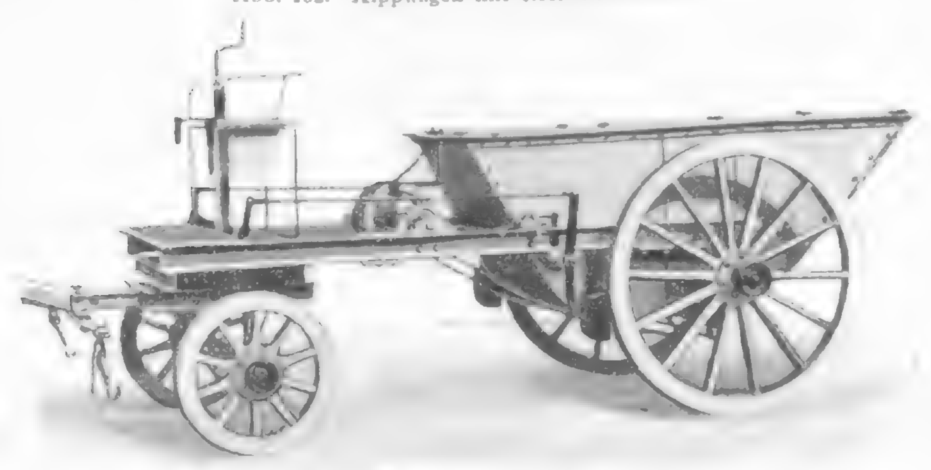


Abb. 133. Kippwagen in umgestürzter Stellung.

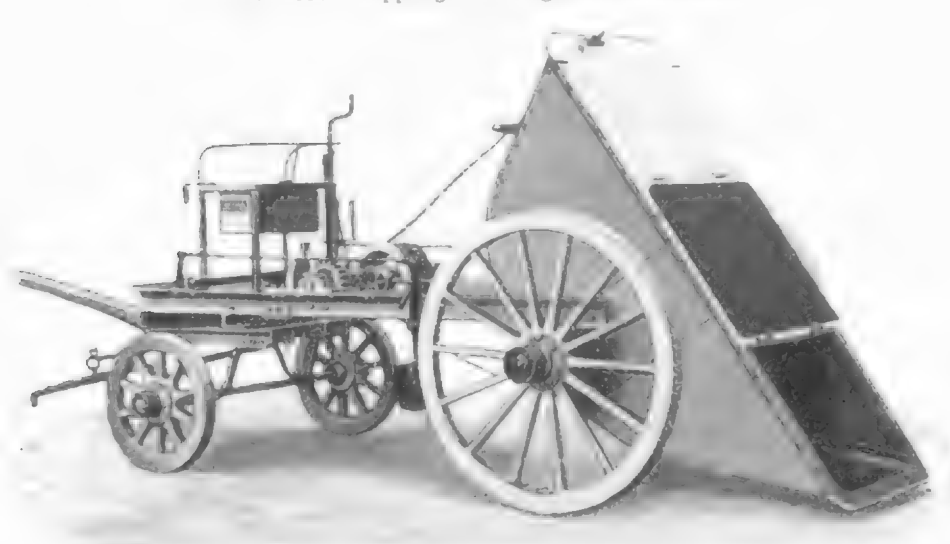


Abb. 134. Geschlossener Abfuhrwagen für Kehricht und Hausabfälle mit umlegbaren Rück- und Seitenwänden.



gröfsern sich wesentlich die Beförderungskosten. Keinenfalls dürfen die Abfallstoffe zur Auffüllung solcher Ablagerungsplätze verwendet werden, auf denen in absehbarer Zeit Gebäude errichtet werden sollen. Die Zersetzung der organischen Stoffe, welche der Müll enthält, erfolgt sehr langsam und besteht die Gefahr, dafs die Zersetzungsgase durch die Mauern in die Gebäude eindringen und die Wohnräume verpesten (vergl. oben S. 342, Abfuhr des Strafsenkehrichts). Als Aushilfsmittel ist zunächst die

Abb. 135. Kippbarer geschlossener Kehrichtwagen.



Abb. 136. Kehrichtwagen in umgestürzter Stellung.



Abfuhr mittels bestehender Eisenbahnen oder Trambahnen in fern den Wohnungen liegende Bezirke zu erwähnen. Zum einfachen Einladen des Kehrichts müssen die Abfuhrwagen als Kippwagen ausgerüstet sein, oder man kann zu dem in Frankfurt in Vorbereitung befindlichen Verfahren greifen, die Obergestelle der Abfuhrwagen mit Rollen zu versehen, so dafs der ganze Wagenkasten auf die Eisenbahnwagen heraufgeschoben werden kann und der leere Wagenkasten wieder zurückgeführt wird. Als ein zweites Mittel ist in neuerer Zeit in mehreren Städten eine Verbrennung des Hauskehrichts eingerichtet worden, namentlich in englischen und amerikanischen Städten. Der Hauskehricht enthält viele brennbare Stoffe, so dafs die aufzuwendende Menge an Brennmaterial nicht bedeutend ist, ja dafs sogar unter Umständen noch Betriebskraft durch die Verbrennung gewonnen werden kann, namentlich wenn man vor Verbringung in die Brennöfen die groben, die Verbrennung störenden Bestandteile ausscheidet.

Immerhin ist das Verfahren teuer, es wird auch öfters Schwierigkeit haben, passende Plätze für die Verbrennungsöfen aufzufinden, da die abziehenden Gase doch wohl nicht ganz unschädlich sein werden, weshalb ihre Anlage im Stadtinnern untunlich erscheint. Es haben ferner die Verbrennungsrückstände, die einen erheblichen Prozentsatz des Kehrichts bilden, keinen Wert und mufs deren Abfuhr besorgt werden. Es werden deshalb weitere Versuche abzuwarten sein, ehe an eine ausgedehnte Anwendung des Verfahrens zu denken ist.

Auch das Auslesen des Mülls und die Verwertung der hierbei abfallenden noch verwertbaren Stoffe, wie Papier, Gewebe, Knochen u. s. w. ist schon in Anwendung gekommen, so namentlich in Amsterdam, und es ist nicht zu leugnen, dafs verhältnismäfsig grofse Werte in den Abfällen stecken[152]), es sind aber grofse Arbeitsplätze für diese Arbeiten erforderlich; die Arbeit des Auslesens ist als eine für die Arbeiter ungesunde zu bezeichnen und scheint es deshalb, dafs nur in besonderen Fällen eine derartige Behandlung des Hauskehrichts zu empfehlen ist.

Auf weitere Einzelheiten wird hier nicht einzugehen sein, da die Hauskehrichtabfuhr nicht unmittelbar zum Strafsenbau gehört.

§ 16. Unterhaltung städtischer Strafsen. Kostenvergleich.

1. **Steinschlagstrafsen**, welche in vielen Städten noch in grofser Zahl vorkommen, werden bezüglich der Unterhaltung im allgemeinen ebenso zu behandeln sein, wie Landstrafsen (s. Kap. I, S. 149). Man wird nur gröfserer Sorgfalt sich zu befleifsigen haben, damit die Strafsenoberfläche möglichst eben bleibt, die Bildung von Schlaglöchern und Radspuren und das Stehenbleiben von Wasser bei Regenwetter vermieden und die Bildung von Staub und Kot auf ein Mindestmafs gebracht wird. Es erfordert dies zunächst die Verwendung besten Schottermaterials (Porphyr oder Basalt statt Kalksteinschotter), möglichste Einschränkung des Flicksystems und allgemeine Anwendung des Deckenbetriebs, welches noch den weiteren Vorteil bietet, dafs der Strafsenverkehr möglichst kurze Zeit durch Ausbesserungsarbeiten behindert wird, wie schon oben (S. 153) angeführt wurde. Das Rauhmachen der mit Decklage zu versehenden Strafsenflächen geschieht meist durch Handarbeit, wie bei Landstrafsen (s. S. 151), unter Umständen kann aber die Arbeit durch Verwendung von Strafseneggen abgekürzt werden, deren Ausführung allerdings noch viel zu wünschen übrig läfst; die Zeichnung einer solchen von Mothiron angegebenen Maschine ist in Abb. 18 u. 19, Taf. XII dargestellt.[153])

Von neueren Konstruktionen sei angeführt der Strafsenaufreifser von Gebr. Bobe in Dresden-Plauen (1901), welcher in Abb. 137 dargestellt ist. Die zum Aufbrechen der Strafse dienenden Zinken sind durch hinter ihnen liegende Stahlschienen gefafst, so dafs ein Abbrechen derselben verhütet wird. Zinken und Stahlschienen können durch einen besonderen Mechanismus in Arbeitsstellung gebracht oder ausgerückt werden.

Die Maschine wird durch eine Dampfwalze in Tätigkeit gesetzt, die Tagesleistung wird zu 3000 bis 4000 **qm** angegeben, das Gewicht des Strafsenaufreifsers ist rund 2800 **kg**. Erfahrungen über die Brauchbarkeit der Maschine sind abzuwarten; bis jetzt wird als Mangel angegeben, dafs bei hartem Strafsenmaterial die Spitzen nicht halten und dafs die zum Zug der Egge dienenden Dampfwalzen unter den wechselnden Zugwiderständen und Stöfsen stark notleiden. Beim Rückfahren der Walze mit dem angehängten Aufreifser stemmt sich die Schubstange b gegen den Boden,

[152]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 506.

[153]) Sonne, Handbuch der Ing.-Wissenschaften IV. Band, 1. Aufl., XVI. Kap., S. 35, auch Ann. des ponts et chaussées 1881, II. S. 166.

hierdurch dreht sich die Scheibe *a* und das Gewicht *c* fällt nach hinten, womit die Aufreifserzinken in wagerechte Lage kommen. Sobald aufs neue vorwärts gefahren wird, gelangen die Zinken von selbst wieder in die Arbeitsstellung. Bei der Beförderung der Vorrichtung wird die Schubstange *b* in die wagerechte Lage gebracht und der Aufreifser ist vollständig aufser Tätigkeit gesetzt, das kleine Rad *d* wird bei der Arbeit weggenommen. Um bei der Arbeit die Walze möglichst zu schonen, ist die Zugvorrichtung nur an beiden Achsschenkeln befestigt. Preis des Aufreifsers 2100 M., der Zugvorrichtung 400 M.

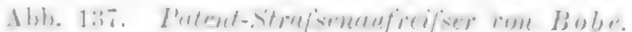
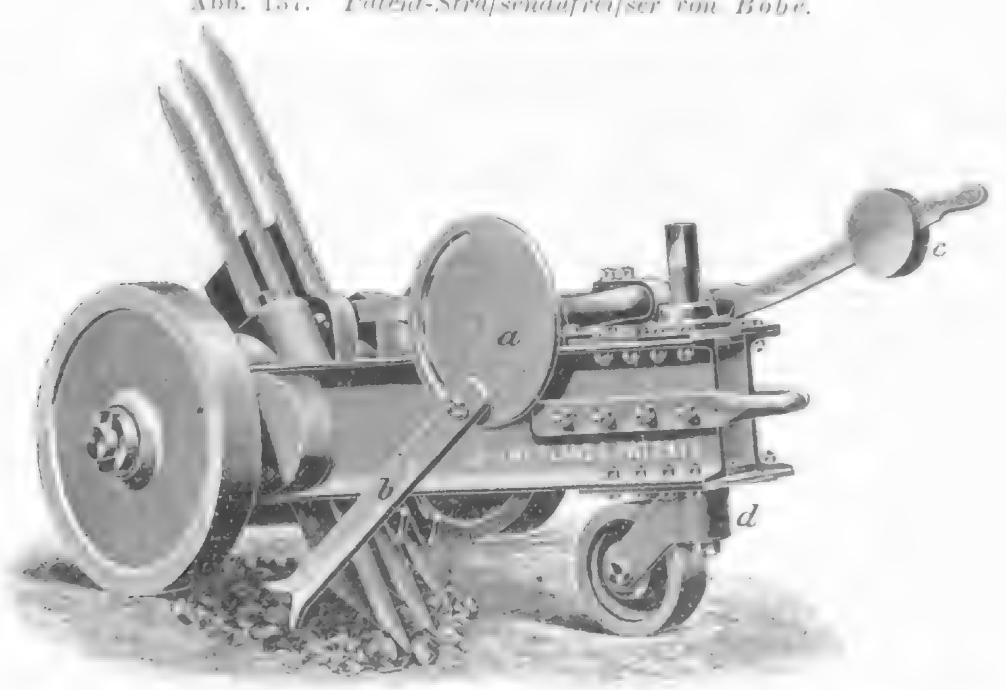


Abb. 137. *Patent-Strafsenaufreifser von Bohe.*



Es wird noch anzuführen sein, dafs auch für städtische Strafsen das Aufreifsen der Ränder und die Beseitigung besonders hervorragender Unebenheiten in der Strafsenoberfläche genügt, um den neuen Decken den erforderlichen Halt auf dem alten Strafsenkörper zu verschaffen.

Die Herstellung von Decken wird für städtische Strafsen häufiger nötig sein, als bei Landstrafsen, da, wie schon erwähnt, das Ausflicken möglichst eingeschränkt werden mufs. In wenig befahrenen Strafsen (Wohnstrafsen) werden neue Decken etwa alle 4 bis 5 Jahre notwendig werden, in sehr belebten Strafsen dagegen wohl jedes Jahr, in besonderen Fällen wohl auch je im Frühjahr und Spätjahr. Falls letzteres nötig wird, um die Strafse in guter Ordnung zu halten, dürfte dies ein Fingerzeig sein, dafs Chaussierung überhaupt nicht mehr pafst und dafs zur P f l a s t e r u n g der Strafse übergegangen werden mufs.

Auf diesen Mangel der Steinschlagstrafsen in Städten ist schon oben (S. 248) hingewiesen worden, dem Ersatz des Schotters durch Pflaster stellen sich aber die grofsen Kosten für regelmäfsiges Pflaster entgegen, die dazu zwingen, den Umbau in Pflaster nur nach und nach, den vorhandenen Geldmitteln entsprechend, vorzunehmen.

2. Unterhaltung des Steinpflasters. Beim Steinpflaster spielt die Ausführungsweise eine wichtigere Rolle als die Unterhaltung, letztere erfordert weniger Mühe und Aufwand, als bei Schotterstrafsen, gröfsere Ausbesserungen haben erst nach einer längeren Zeitdauer einzutreten, kommen aber dann mehr oder weniger einem Neubau gleich.

Das Pflaster kann schadhaft werden durch Zerdrücken einzelner Steine oder durch Abnutzung der Oberfläche, wobei die Kanten abgestofsen werden und die Oberfläche

der Steine eine rundliche Form erhält, sodann durch Kanten der Steine, wodurch die Strafsenoberfläche eine sägenartige Gestalt annimmt. Die am häufigsten vorkommende Beschädigung des Pflasters wird aber erzeugt durch Nachgeben des Pflasterunterbaues oder des Untergrundes, wodurch einzelne Teile einsinken und Löcher oder Mulden sich bilden, auf denen bei Regenwetter das Wasser stehen bleibt. Unregelmäfsigkeiten der letzteren Art stellen sich ein, wenn die Unterbettung nicht sorgfältig hergestellt wurde oder wenn sie zu dünn ist, oder auch, wenn die Steine in der Dicke sehr ungleich sind und die Sandunterlage, auf der die Steine sitzen, sich nicht gleichmäfsig zusammendrückt, endlich bei nachgiebigem, vor Aufbringen des Pflasters nicht genügend gedichtetem Untergrunde.

Besonders schädlich wirken die Senkungen einzelner Steine, weil beim Übergang eines Rades die benachbarten Steine und das Fuhrwerk starke Stofswirkungen erfahren, die Kanten der Pflastersteine werden abgestofsen und der Stein ganz zertrümmert. Bei Senkungen von gröfseren Flächen dringt das in den Mulden stehenbleibende Wasser in den Untergrund ein und gibt zu stärkerer Erweichung desselben und zu weitergehenden Senkungen Veranlassung.

Je sorgfältiger das Pflaster ausgeführt ist, um so geringer werden derartige Senkungen sich geltend machen, um so seltener werden Ausbesserungen nötig sein; es liegt hierin der grofse Vorzug gegenüber chaussierten Strafsen, weil der Verkehr bei Anwendung von Pflaster in weit geringerem Mafse durch Ausbesserungen beeinträchtigt werden wird.

a) Die Wiederherstellung eingesunkener Pflasterstrecken *(requipage)* ist eine verhältnismäfsig einfache Arbeit. Man hebt das Pflaster in der Ausdehnung der Einsenkung aus, bringt nach Bedarf neuen Sand ein und verpflastert die Steine reihenweise unter Ausfüllung der Fugen mit Sand, wie beim Neubau. Die Steine werden zunächst etwas höher gelegt und mit Rammen auf die richtige Strafsenhöhe herabgetrieben. Die Arbeiten können sehr rasch zur Ausführung gebracht werden, so dafs keine namhafte Störung des Strafsenverkehrs entsteht. Zu vermeiden ist allerdings fast nicht, dafs kleine Unregelmäfsigkeiten der Strafsenoberfläche zwischen den neugelegten Strafsenflächen und der anstofsenden alten Pflasterung entstehen, die längere Zeit sichtbar bleiben und der Strafse ein ungeordnetes Aussehen geben. Bei sehr sorgfältig ausgeführtem Unterbau (Packlage oder Beton) werden die Ausbesserungen weniger häufig und in geringerer Ausdehnung nötig sein, die Strafsen werden längere Jahre hindurch ihre gleichmäfsig ebene Beschaffenheit beibehalten und sich vorteilhaft von den auf schwacher Unterbettung ausgeführten Pflasterungen unterscheiden, wie in neuerer Zeit die in mehreren Grofsstädten ausgeführten Strafsen, die sorgfältig gebaut wurden, beweisen. Wichtig erscheint es, derartige kleine Ausbesserungen, auch wenn es sich nur um einzelne eingesunkene (oder zerbrochene) Pflastersteine handelt, nicht zu lange aufzuschieben, weil durch Stehenbleiben von Wasser, durch Stofswirkungen beim Überfahren eingesunkener Strecken sehr rasch weitergehende Beschädigungen der Fahrbahn eintreten.

Eine grofse Schwierigkeit in der Strafsenunterhaltung bieten Kanalbauten und Ausbesserungen von Gas- und Wasserleitungen, weil es unmöglich erscheint, die für solche Arbeiten auszuführenden Gruben so fest wieder auszufüllen, dafs keine Setzungen eintreten, auch wenn mit der gröfsten Sorgfalt ein Abstampfen der Ausfüllungsmasse erfolgt ist. Es empfiehlt sich hier, eine vorläufige Befestigung der Strafsenoberfläche

herzustellen, und erst etwa nach Jahresfrist, wenn keine Setzungen sich mehr zeigen, die endgiltige Neupflasterung der Flächen vorzunehmen.

Das Aushilfsmittel, die Auffüllung derartiger Gräben mit Beton zu bedecken und auf die Betonplatte das Pflaster aufzubringen, ist nicht einwandfrei, namentlich wenn die Gräben eine ansehnliche Breite haben. Die Auffüllung setzt sich unter dem Beton, es entstehen Hohlräume und ein Durchbrechen der Betonplatte liegt nicht aufser dem Bereiche der Möglichkeit.

Treten in einer Strafse Senkungen des Pflasters in gröfserem Mafsstabe auf, oder müssen breite Pflasterflächen zur Ausführung von Trambahnen, Entwässerungskanälen u. s. w. ausgehoben werden, so ist eine vollständige Umpflasterung der Strafse *(relevé à bout)* angezeigt, welche am zweckmäfsigsten in ganzer Breite ausgeführt wird, weil nur so die Herstellung einer ganz regelmäfsigen Strafsenfläche gewährleistet ist. Wenn dies aus Verkehrsrücksichten nicht möglich ist, so kann man auch die Strafse in zwei Hälften teilen, die der Reihe nach zur Ausführung kommen, der Anschlufs der beiden Strafsenhälften wird aber immerhin einige Schwierigkeiten bieten und ein ganz regelmäfsiges Profil kaum zu erreichen sein. Derartige durchgreifende Umpflasterungen können häufig auch dazu benutzt werden, Unregelmäfsigkeiten im Längenprofil der Strafsen auszugleichen, fehlenden oder mangelhaften Grundbau einzubringen oder ihn zu verstärken. Eine Abwalzung des Untergrundes vor Aufbringung des Pflasters ist sehr zu empfehlen, im übrigen ist wie bei Neupflasterungen zu verfahren.

Ein Nacharbeiten der ausgehobenen Pflastersteine wird bei einfachen Umpflasterungen nicht nötig sein, man wird nur einzelne schadhaft gewordene Steine durch neue zu ersetzen haben.

b) Ausbesserung abgenutzten Pflasters. Bei gut ausgeführtem Pflaster behalten die Strafsen lange Zeit ihre ebene Oberfläche, immerhin aber findet eine stetige Abnutzung der Oberfläche statt, die Steine werden glatt und rund und bieten den Hufen der Zugtiere nicht mehr genügenden Halt. Bei Pflaster aus Kopfsteinen entsteht durch die Abnutzung der Oberfläche eine Erbreiterung der Fugen, die Steine verlieren die Standfähigkeit, rütteln sich leicht los und es mufs in einem solchen Fall zur Neupflasterung geschritten werden.

Bestehen die Steine aus Würfelpflaster, so kann man sie umwenden, eine Umarbeitung der Steine ist hier nicht erforderlich, dagegen mufs bei Kopfsteinen eine vollständige Umarbeitung erfolgen. Wenn es sich um eine verkehrsreiche Strafse handelt, wird man meist vorziehen, die Pflasterung mit neuen Steinen auszuführen und die umgearbeiteten Steine in weniger wichtigen Strafsen zu verwenden; ein grofser Teil der ausgebrochenen Pflastersteine wird überhaupt wegen starker Abnutzung nur noch zu Schotter Verwendung finden können. Bei Würfelpflaster ist sogar eine doppelte Umpflasterung möglich, indem man die abgenutzten Flächen in die Fugen verlegt (s. oben S. 253, Abb. 53). Die Fugen werden aber dann sehr weit und unregelmäfsig und derartiges Pflaster kann, wenn überhaupt, nur noch in Strafsen von untergeordneter Bedeutung Anwendung finden.

In Wien erfolgt die Umpflasterung der Würfelsteine, nachdem die Abnutzung $2\frac{1}{2}$ cm beträgt, bei belebten Strafsen alle 6 bis 12 Jahre, ersteres bei schmalen Strafsen, letzteres bei solchen mit mehr als 8 m Breite. Bei Strafsen mit geringem Verkehr ist die Umpflasterung erst nach 15 bis 18 Jahren nötig. Bei der Umpflasterung rechnet man im ersten Fall auf einen Bedarf von 5%, im zweiten von 10% an neuen Steinen.

c) Kosten der Unterhaltung des Steinpflasters. Die Kosten der Umpflasterung, wenn ein Nacharbeiten der Steine nicht erforderlich ist, betragen in Stuttgart je nach der Gesteinsart 0,65 bis 0,75 M. für das Quadratmeter, wenn die Steine nachzurichten sind: 1,10 M., wobei die Lieferung und das Einbringen von Kies und Sand nicht inbegriffen ist. In Wien werden als Kosten für das Umpflastern 1 M. 6 Pf. angegeben.

Bei vollständiger Umpflasterung einer Strafse treten die Kosten für Ausbesserung des Grundbaues hinzu, die je nach Umständen verschieden sein können, es werden etwa für die Gesamtkosten einschliefslich des Umarbeitens der Pflastersteine, An- und Beischaffung von Sand und Kies und die Handarbeit 3 M. 40 Pf. für das Quadratmeter in Rechnung zu nehmen sein (s. unten S. 354).

3. **Die Unterhaltung des Holzpflasters** gestaltet sich schwieriger, als diejenige von Steinpflaster, da die Abnutzung der Holzklötze sehr ungleichmäfsig erfolgt, namentlich wenn bei der Auswahl des Holzes nicht mit peinlicher Sorgfalt verfahren worden ist (s. S. 269). In den ersten Jahren nach Herstellung des Holzpflasters werden Ausbesserungen nur dadurch nötig, dafs einzelne Holzklötze durch innere Fäulnis zerstört werden. Diese können nun einfach ausgehoben und durch neue ersetzt werden. Nach 4 bis 5 Jahren beginnt aber die Abnutzung der Oberfläche, sie wird uneben, indem bei einzelnen Klötzen die obersten Teile der Fasern bürstenartig auseinandergedrückt werden, die Vertiefungen füllen sich bei Regenwetter mit Wasser und die Oberfläche nimmt ein ungeordnetes Aussehen an. Eine teilweise Ausbesserung des Pflasters erscheint nun so gut wie unmöglich, weil ein regelmäfsiger Anschlufs des neu verlegten Pflasters an das abgenutzte ältere auch dann nicht tadellos durchzuführen ist, wenn die neu eingelegten Pflasterklötze niedriger gehalten werden, als die ursprünglich verwendeten und es bleibt nur die vollständige Umpflasterung übrig. Man hat diese in der Art versucht, die ausgebrochenen gesunden Blöcke zu reinigen, die unregelmäfsigen Bürsten abzustofsen und die Klötze umzuwenden, wie oben beim Steinwürfelpflaster angegeben ist, es ruhen aber die Holzklötze auf den abgenutzten und teilweise zerstörten Flächen nicht mehr in richtiger Weise auf, sie setzen sich ungleich und nach kurzer Zeit ist die Oberfläche des Pflasters wieder so uneben, wie vorher (s. oben S. 269). Hieraus folgt, dafs bei Anwendung weicher Holzarten nach 5, höchstens 7 Jahren eine vollständige Erneuerung des Holzpflasters stattfinden mufs, in besonders günstig gelegenen Strafsen und bei sorgfältigster Auswahl des Holzes mag die Dauer bis zu 10 Jahren betragen.

Hieraus erklären sich die grofsen Kosten der Unterhaltung des Holzpflasters, wie die Erfahrungen verschiedener Städte beweisen.[154])

Die Unterhaltung des Holzpflasters geschieht entweder in Regie oder wird in der Art vergeben, dafs eine gewisse Anzahl von Jahren für das neu hergestellte Pflaster Garantie zu leisten ist, und dafs für eine darauf folgende Anzahl von Jahren eine bestimmte Vergütung für das Jahr festgesetzt wird.

Für Stuttgart beträgt die Garantiezeit 5 Jahre und nach Ablauf dieser Zeit waren 0,60 M. für die Unterhaltung ausbedungen. Da der Unternehmer hierbei nicht auf seine Rechnung kam, ist ihm der Preis für die Unterhaltung auf 0,8 M. erhöht worden.

In Frankfurt a. M. ist der Preis für die Unterhaltung für das Jahr nach 5jähriger Garantie auf nur 0,50 M. f. d. qm festgesetzt, in Brüssel werden nach Ablauf der Garantiezeit 0,80 M. f. d. qm als jährliche Unterhaltung bezahlt.

---

[154]) Vergl. oben S. 285: Vergleichung der Kosten und der Unterhaltung verschiedener Pflasterarten nach Baumeister.

In Berlin hat man mit dem Holzpflaster schlechte Erfahrungen gemacht, so dafs es dort nur noch in besonderen Fällen angewendet wird, dagegen liegen aus Paris sehr gute Erfahrungen vor. Wahrscheinlich sind hieran die günstigen klimatischen Verhältnisse schuld. Ausführung und Unterhaltung erfolgt hier in Regie und es wird die Dauer des Pflasters zu 7 bis 10 Jahren angegeben; über die Kosten der Unterhaltung s. unten. Einen günstigen Einflufs auf die Unterhaltung des Holzpflasters übt die sorgfältige Reinigung desselben aus und die häufigeren Waschungen, welche in stark befahrenen Strafsen je am 2. Tage vorgenommen werden.[155])

4. Die **Unterhaltung der Asphaltstrafsen** erfolgt nach dem Flicksystem: einzelne abgenutzte Teile werden bei gutem, trockenem Wetter umgebrochen, die Ränder eben abgehauen und dann die Höhlung mit heifsem Pulver gefüllt und stark abgerammt. Es erscheint nicht möglich, die Teilausbesserungen in der Art auszuführen, dafs man einfach die Vertiefungen ausfüllt, der neue Asphalt würde sich hierbei mit der bleibenden Asphaltlage nicht verbinden. Es ist etwas schwierig, die neuen Stücke genau in der Höhe des alten Asphaltes auszuführen, da die vollständige Zusammenpressung des Asphalts erst durch das Fuhrwerk erfolgt, kleine Unregelmäfsigkeiten in der Strafsenoberfläche sind deshalb ebensowenig zu vermeiden, wie beim Steinpflaster, immerhin sind aber die Anschlüsse leichter zu erreichen als bei Holzpflaster.

Da für Asphaltarbeiten mit Stampfbeton gutes, trockenes Wetter ein wesentliches Erfordernis ist und bei kleinen Ausbesserungen nicht immer solches abgewartet werden kann, so werden diese kleinen Arbeiten häufig mit Gufsasphalt ausgeführt. In der Regel geschieht die Unterhaltung in der Art, dafs, wie schon oben in § 6 (S. 279) bemerkt, der Unternehmer des Asphaltbelags sich verpflichtet, innerhalb 4 bis 5 Jahren nach der Fertigstellung des Belags, diesen unentgeltlich zu unterhalten und dafs ihm für weitere 10 bis 15 Jahre eine Entschädigung von 0,40 bis 0,60 M. f. d. qm gewährt wird. Der Belag mufs nach Ablauf dieser Zeit dann noch eine Stärke von etwa 30 bis 35 mm aufweisen.

Schädlich für die Unterhaltung der Asphaltstrafsen wirkt die Nähe chaussierter Strafsen, weil von diesen immer Kot verschleppt wird, welcher die Reinigung der Asphaltstrafsen erschwert und die Abnutzung der Oberfläche beschleunigt. Die an Asphaltstrafsen anstofsenden Strafsenstrecken sollten deshalb immer gepflastert sein.

Die Unterhaltung kann in ähnlicher Weise an Unternehmer vergeben werden, wie beim Holzpflaster. In Berlin hat der Asphaltunternehmer die Strafse 4 Jahre lang unentgeltlich zu unterhalten, in den darauf folgenden 15 Jahren erhält er für die jährliche Unterhaltung der zwischen Strafsenbahnen und bis zu 0,7 m neben den Schienen liegenden Flächen 0,75 M. für das qm, für alle übrigen Flächen 0,5 M. für das qm. In den anderen auf 10 Jahre abgeschlossenen Verträgen ist für Unterhaltung des zwischen den Gleisen der Strafsenbahnen und bis zu einer Breite von 0,65 m neben den äufseren Schienen liegenden Asphalts für das Jahr ein Preis von 1,25 M., für die übrige Strafsenfläche ein solcher von 0,5 M. für das Jahr und das Quadratmeter festgesetzt.[156])

Auf die Schwierigkeit der Unterhaltung aller neben den Schienen der Strafsenbahnen liegenden Flächen, aus welcher sich die höheren Sätze dafür erklären, wird im Kap. III näher eingegangen.

Die Dauer des Asphalts, bevor vollständiges Umbrechen der Asphaltschicht wegen zu starker Abnutzung erforderlich ist, kann zu 12 bis 15 Jahren und selbst zu 20 Jahren angenommen werden, wobei selbstverständlich die Gröfse des Verkehrs und die Sorgfalt

[155]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 595.

[156]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 350.

bei den jährlich auszuführenden Ausbesserungen eine grofse Rolle spielt. Da der ausgebrochene Asphalt wieder Verwendung finden kann (s. oben S. 274), auch die Betonunterlage nicht erneuert zu werden braucht, so werden die Kosten eines neuen Asphaltbelages sich auf etwa 9 M. für das qm belaufen, gegen 14 M. für die vollständige Neuherstellung mit Betonunterlage.

5. Die **durchschnittlichen Unterhaltungskosten** für die verschiedenen unter 1. bis 4. besprochenen Strafsenmaterialien hängen ab von der Stärke des Verkehrs, von der Strafsenbreite und der Lage der Strafse gegenüber der Himmelsrichtung und vom Klima. Die Festigkeit des Untergrundes übt einen bedeutenden Einflufs aus. Die Berechnung dieser durchschnittlichen Kosten für Pflasterstrafsen ist nicht so einfach, wie für chaussierte Strafsenstrecken, weil in gewissen, sehr wechselnden Zeiträumen Umpflasterungen oder Neuherstellungen nötig sind, die beinahe den Kosten des Neubaues gleichkommen, während bei chaussierten Strafsen derartige durchgreifende Arbeiten wegfallen und es sich nur um den Ersatz des abgenutzten Materials handelt.

Wenn es sich deshalb um vergleichende Berechnungen der Kosten für verschiedene Pflastermaterialien handelt, so müssen Baukosten und Unterhaltungskosten mit herangezogen werden, wir haben deshalb schon oben im § 8, „Vergleichung der Pflasterarten“ (s. S. 283), die Unterhaltungskosten mit hereinziehen müssen und verweisen bezüglich der Brauchbarkeit der verschiedenen Pflastermaterialien auf das dort Angeführte. Im folgenden mögen noch einige Zahlenangaben über die Kosten der Strafsenunterhaltung in einigen Städten Platz finden.

In Frankfurt a. M. befanden sich Ende 1899:

Gepflasterte Strafsen	892 440 qm
Holzpflaster	27 480 „
Asphalt	90 370 „
Chaussierung	844 730 „

Die Kosten für die Unterhaltung sind in nebenstehender Tabelle IV zusammengestellt[157]), wobei zu bemerken ist, dafs die Tabelle nur Durchschnittswerte bietet, da sowohl der Verkehr, als auch die Befestigungsarten in den Strafsen aufserordentlich wechseln und die jährlichen Aufwendungen nicht getrennt, sondern im ganzen gebucht werden.

Die Tabelle zeigt, dafs die chaussierten Strafsen die teuersten sind und dafs Stampfasphalt um weniges teuerer sich herausstellt, als Steinpflaster. Es ist deshalb in Frankfurt geplant, die Asphaltstrafsen mit Rücksicht auf die grofse Annehmlichkeit, welche sie den Anwohnern bieten, möglichst auszudehnen und die Chaussierung durch Kleinpflaster zu ersetzen. Mit der Ausdehnung des Asphaltbelags wird man sich einverstanden erklären können, namentlich wenn es sich darum handelt, die zwischen Asphaltstrafsen liegenden Chaussierungen zu entfernen, aber der Ersatz der Chaussierung durch Kleinpflaster dürfte nur für wenig befahrene Strafsen zweckmäfsig sein, im übrigen ist dies als Notbehelf anzusehen, um nicht auf einmal zu grofse Aufwendungen machen zu müssen, der Umbau in Steinpflaster oder Asphalt wird nicht auf lange Jahre hinausgeschoben werden können.

Die Angaben in Spalte 6 der Tabelle IV für die jährliche Unterhaltung des Steinpflasters erscheinen sehr niedrig; es rührt dies daher, dafs in diesem Betrage nur die kleineren jährlichen Unterhaltungen inbegriffen sind, gröfsere Umpflasterungen aber auf den Neubau verrechnet werden. Die Ausgaben hierfür erscheinen dann in Spalte 5, es mag hierauf auch der Umstand Einflufs haben, dafs in Frankfurt die Unterhaltung der mit Steinpflaster versehenen Strafsen, namentlich in den älteren Stadtteilen, viel zu wünschen übrig läfst, wogegen die Asphaltstrafsen sich in tadellosem Zustande befinden. Die Angaben der Spalte 8 geben aber jedenfalls einen richtigen Mafsstab für den Wert der verschiedenen Strafsenbaumaterialien ab.

---

157) Mitteilung des Tiefbauamts in Frankfurt a. M.

Tabelle IV.

Vergleichende Zusammenstellung der Herstellungskosten, der jährlichen Aufwendungen für ihre Verzinsung und Tilgung, sowie für Unterhaltung, Reinigung und Begiefsung der Strafsen bei verschiedenen Pflasterarten in Frankfurt a. M.

Laufende Nummer		Art des Pflasters	Herstellungskosten für 1 qm	Dauer in Jahren	Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals		Unterhaltung jährlich für 1 qm	Reinigung und Begiefsung jährlich für 1 qm	Gesamtaufwand einschl. Verzinsung und Tilgung der Anlagekosten jährlich für 1 qm	Bemerkungen.
					in %	auf 1 qm				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Steinpflaster I. Güte	Vierhäuptiger Granit auf Beton mit Pechfugen	22,00 M.	25	$6^1/_2$	1,43 M.	12 Pfg.	20 Pfg.	1,75 M.	Die Tilgungsziffern sind nach der durchschnittlichen Dauer des Pflasters derart berechnet, dafs nach vollständiger Abnutzung der Pflasterdecke die Anlagekosten für eine neue Decklage angesammelt sind. Hierbei sind also die Kosten der Betonbettung, Packlage u. s. w., welche unabgenutzt verbleiben, in Abzug gebracht.
2	Steinpflaster I. Güte	Vierhäuptiger Hartbasalt auf Beton oder Gestück mit Pechfugen	18,00 „	30	$6^1/_2$	1,17 „	10 „	20 „	1,47 „	
3	II. Güte	Einhäuptiger Granit auf Sandbettung und mit Sandfugen	10,50 „	18	9	0,95 „	18 „	24 „	1,37 „	
4	II. Güte	Einhäuptiger Hartbasalt auf Sandbettung mit Sandfugen	8,50 „	22	8	0,68 „	15 „	27 „	1,10 „	
5	III. Güte	Säulenbasalt auf Sand	5,50 „	12	12	0,66 „	25 „	30 „	1,21 „	
6	In Strafsen ohne Bahngleise	Kleinpflaster 8–9 cm hoch	4,00 „	8	16	0,64 „	15 „	30 „	1,09 „	Nur auf festen Unterlagen (alte Chaussierung).
7	In Strafsen ohne Bahngleise	Stampfasphalt	12,00 „	12	10	1,20 „	25 „	44 „	1,89 „	Die Verzinsung des Anlagekapitals ist zu $3^1/_2$% angenommen.
8	In Strafsen ohne Bahngleise	Holz	14,00 „	10	11	1,54 „	30 „	40 „	2,24 „	
9	In Strafsen ohne Bahngleise	Chaussierung	4,00 „	3	37	1,48 „	50 „	30 „	2,28 „	

In Paris[158]) waren nach dem Stande vom 1. Januar 1900 vorhanden:

Steinpflaster	5 857 530 qm
Holzpflaster	1 427 070 „
Asphaltbelag	397 290 „
Chaussierung	1 314 170 „

woraus hervorgeht, dafs die meisten Strafsen mit Stein gepflastert sind und etwa 16 % Holzpflaster aufweisen.

Für das Steinpflaster wird eine Dauer von 12 bis 50 Jahren angenommen, für die einfache Unterhaltung 0,49 bezw. 0,25 M. Hierzu für Neubau (Zinsen und Tilgung) 1,01 bezw. 0,25 M., zusammen 1,50 bezw. 0,50 M.

Für Holzpflaster ist eine Dauer von 7 bis 10 Jahren angenommen, für die einfache Unterhaltung 0,32 bezw. 0,16 M., für den Neubau (Zinsen und Tilgung) 0,82 bezw. 0,58 M., zusammen 1,14 bezw. 0,74 M.

Die Unterhaltung der chaussierten Strafsen erfolgt mittels Deckenbetrieb, es betragen die Unterhaltungskosten für stark befahrene Strafsen 2,92 bis 4,90 M. und für Strafsen mit geringem Verkehr weniger als 1,6 M.

Die mittleren jährlichen Unterhaltungskosten für Asphaltbelag werden zu 1,30 M. angegeben, somit wäre auch in Paris die Chaussierung am teuersten in der Unterhaltung.

Für Wien sind in demselben Aufsatze angegeben:

Steinpflaster	3 041 279 qm
Holzpflaster	95 659 „
Asphaltbelag	78 637 „
Chaussierung	4 485 508 „
Andere Pflasterarten	34 839 „

In Wien herrschen somit noch die chaussierten Strafsen vor. Für Holzpflaster wurde für Unterhaltung und Tilgung angegeben 1,32 bezw. 0,86 M.

In Stuttgart beträgt nach dem Jahresbericht von 1901 im Jahre 1899

der Mafsgehalt der chaussierten Strafsen	424 600 qm
„ „ „ gepflasterten „	483 700 „ [159])

und die Unterhaltungskosten für erstere 78,6 Pfg. f. d. qm, für letztere 28 Pfg. gegenüber 68 bezw. 35 Pfg. im Jahre 1898.

In den Preisen für Unterhaltung des Steinpflasters sind auch die Auslagen für gröfsere Neupflasterungen enthalten, wodurch sich die grofsen Unterschiede gegenüber den Angaben der Tabelle IV erklären.

Über die Kosten einzelner Arbeiten mögen noch für Stuttgarter Verhältnisse einige Angaben Platz finden. Die Kosten der Unterhaltung einer stark befahrenen chaussierten Strafse, welche alljährlich eine neue Decke verlangt, berechnen sich folgendermafsen:

Kleingeschläg, 7 cm dicker Basaltschotter (1 cbm = 16 M.), Beifuhr 4 M., zusammen 20 M.	1,40 M.
Einbringen 1 cbm zu 1 M.	0,07 „
Walzen f. d. qm	0,12 „
Sand etwa 2 cm (zu 9 M. f. d. cbm)	0,18 „
Wasser	0,21 „
	1,98 M.
Hierzu noch die Kosten für Abfuhr des Strafsenmorastes für das Jahr, f. d. cbm einschl. Handarbeit 6 M.	0,42 M.
zusammen	2,40 M.

woraus sich ergibt, dafs schon für derartige Strafsen eine Umwandlung der Chaussierung in Pflaster angezeigt ist.

---

[158]) Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 575.

[159]) Holzpflaster ist nur in geringer Ausdehnung vorhanden, Asphaltbelag ist erst in neuester Zeit in einer kleinen Probestrecke zur Ausführung gelangt.

Für gröfsere Umpflasterungsarbeiten ergaben sich die folgenden Kosten:

Ausbrechen des alten Pflasters f. d. qm	0,20 M.
Aufhauen der Unterbettung	0,10 „
Neuer Sand und Kies	1,20 „
Pflastern mit Umarbeiten der Steine	1,10 „
Taglöhne	0,20 „
5 % Ersatz für neue Pflastersteine (Granit)	0,60 „
zusammen . .	3,40 M.

Eine derartige Umpflasterung mag bei mittelstarkem Verkehr bei Granitpflaster etwa alle 20 bis 25 Jahre nötig sein.

6. Unterhaltung der Fufswege. Diese liegt meist den Hausbesitzern ob, und es ist schwierig, die nötige Gleichmäfsigkeit in die Unterhaltungsarbeiten zu bringen. Es ist Aufgabe der Polizeibehörden, rechtzeitig im Frühjahr auf Ausbesserung der schadhaften Stellen zu dringen, um Unfälle der Fufsgänger zu vermeiden.

Liegt die Unterhaltung in den Händen der Stadtbehörde, so wird namentlich auch der Vorteil erreicht, dafs nicht zu vielerlei Befestigungsarten angewendet werden, dafs die Ausbesserungen von tüchtigen Unternehmern in einem Zug und gleichartig vorgenommen werden können und dafs die Stadt bei Übernahme der Pflastermaterialien strengere Aufsicht üben kann, als der Privatmann.

Bei Verwendung guter Materialien halten die Fufswege ohne Ausbesserung 10 bis 15 Jahre, man wird dann mit dem Flicksystem meist noch eine Anzahl von Jahren auskommen, ehe eine vollständige Erneuerung nötig ist.

Über die Unterhaltung bei den einzelnen Befestigungsarten möge noch folgendes hinzugefügt werden (vergl. § 9, a. bis k.):

Sand- und Kieswege werden einfach durch Aufbringen neuer Sanddecken unterhalten, welche wohl jedes Jahr aufzubringen und unter Umständen mit leichten Walzen zu dichten sind.

Gepflasterte Fufswege sind in gleicher Art wie Pflasterstrafsen zu behandeln.

Hausteinplatten müssen, wenn sie ausgelaufen sind oder zu glatte Oberflächen erlangt haben, nachgearbeitet und neu verlegt werden, wobei ab und zu neue Platten für abgängige einzulegen sind.

Platten aus gebranntem Ton erfordern häufigere Ausbesserungen, weil einzelne Platten leicht lose werden, auch rascherer Abnutzung ausgesetzt sind und das Zerspringen von Platten häufig aus nicht zu erklärender Ursache vorkommt. Das Herausnehmen einzelner Platten und Ersatz durch neue ist ohne Schwierigkeit vorzunehmen, es hält aber schwer, das Begehen der neu eingelegten Platten so lange zu verhindern, bis der Mörtel genügend erhärtet ist, wodurch erneutes Losewerden zu befürchten ist. Eine sorgfältige Bedeckung mit Brettern auf ein paar Tage ist deshalb anzuraten.

Asphaltfufswege nutzen sich bei gewöhnlichem Verkehr sehr langsam und gleichmäfsig ab, nur an Hausecken und an Stellen, welche häufig von der Sonne beschienen werden, geschieht die Abnutzung rascher (s. oben S. 290). Der Asphalt wird spröde und es brechen leicht einzelne Stellen aus. Man kann solche Beschädigungen durch Flicken ausbessern, wenn aber der Asphaltbelag bis auf eine gewisse Dicke (rund 5 bis 6 mm) abgenutzt ist, so ist es angezeigt, ihn aufzubrechen und einen neuen Belag auf den Beton aufzubringen; man kann den alten Asphalt als Zusatz zu neuem ausnutzen, indem etwas Goudron zugesetzt wird. Da aufserdem die Betonunterlage

unverändert bleibt, so kann der neue Asphalt für etwa 2,50 M. f. d. qm hergestellt werden, gegenüber rund 4,50 M. für die erste Herstellung.

Zementfufswege haben, wenn auf festem Grunde aufgeführt, eine lange Dauer, je nach der Verkehrsstärke wohl 15 bis 20 Jahre; die Abnutzung ist noch geringer als bei Asphalt, störend sind nur die leicht entstehenden Risse. Wie S. 292 bemerkt, kann eine Ausbesserung schadhafter Stellen durch Abspitzen der oberen Deckschicht und durch Aufbringen einer neuen geschehen, welche nicht unter 25 mm stark ist und unter Benutzung des untenliegenden Betons aufgebracht wird, eine Arbeit, deren Kosten etwa zu 1,5 bis 2 M. f. d. qm anzunehmen sind. Ist der Belag stark zerrissen und sind einzelne Setzungen zu bemerken, so bleibt nichts übrig, als den ganzen Belag auszubrechen und das Ganze zu erneuern, wobei der Ausbruch nach gehörigem Zerkleinern als Schotter für den Neubau verwendet werden kann. Die Kosten einer solchen Arbeit kommen mit Rücksicht auf das Aufbrechen denen der ersten Anlage gleich (rund 3,3 M. f. d. qm).

Sind in Asphalt- oder Zementfufswege Kabel- oder sonstige Leitungen einzulegen, so ist abgesehen von der Schwierigkeit des Durchbrechens der Betonunterlage der genaue Anschlufs der neuen Decke an die seitwärts stehenbleibenden Ränder des alten Fufswegs, sowie das gleichartige Aussehen des neu hergestellten Teils nicht zu erreichen. Die schöne gleichmäfsige Oberfläche der Fufswege geht verloren. Dieser Mangel tritt bei Anwendung von Plattenbelag nicht ein, namentlich sind solche Platten in dieser Beziehung vorzuziehen, welche keiner Betonunterlage bedürfen (s. Zementplatten S. 292).

Noch vorteilhafter ist allerdings das Mosaikpflaster, das einfach in einer Sandunterlage liegt. Die Kosten für das Umpflastern von Zementplatten mögen etwa 1 M. f. d. qm betragen, für Mosaikpflaster in Sand etwa 0,80 M. f. d. qm.

Über die Dauer der Zementplatten werden noch Erfahrungen abzuwarten sein.

Literatur.

A. Bebauungspläne, städtische Strafsen und Plätze.

(Zu § 1 bis 4.)

a) Einzelwerke und Druckhefte.

R. Baumeister, Stadterweiterungen. Berlin 1870.

A. Mathieu, Projèt d'une capitale modèle. Paris 1881.

R. Krüger, Handbuch des gesamten Strafsenbaues in Städten. Jena 1881.

v. Pettenkofer und v. Ziemssen, Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten Teil II, Abt. I, 1. Hälfte: Anlage von Ortschaften. Leipzig 1882.

H. Maertens, Der optische Mafsstab für den Städtebau. 2. Aufl. Berlin 1884.

R. Baumeister, Deutsche Zeit- und Streitfragen. Heft 7: Moderne Stadterweiterungen. Hamburg 1887.

C. Sitte, Der Städtebau nach seinen künstlerischen Grundsätzen. Wien 1889, 3. Aufl. 1901.

H. Maertens, Optisches Mafs für den Städtebau. Bonn 1890.

J. Stübben, Der Städtebau. IV. Teil, 9. Halbband vom Handbuch der Architektur. Darmstadt 1890, 2. Aufl. Stuttgart 1907.

R. Baumeister, Städtisches Strafsenwesen und Strafsenreinigung. Handb. f. Bauk. Abt. III, Heft 3, Berlin 1890.

Hobrecht, Die modernen Aufgaben des städtischen Strafsenbaues. Berlin 1890.

C. Henrici, Preisgekrönter Entwurf zur Stadterweiterung Münchens. München 1893.

C. Henrici, Von welchen Gedanken sollen wir uns beim Ausbau unserer deutschen Städte leiten lassen? Trier 1894.

Berlin und seine Bauten. Berlin 1877.
Dresden und seine Bauten. Dresden 1878.
Führer durch Hannover. Hannover 1882.
Führer durch Stuttgart. Stuttgart 1884.
Frankfurt und seine Bauten. Frankfurt 1886.
Köln und seine Bauten. Köln 1888.
Hamburg und seine Bauten. Hamburg 1890.
Leipzig und seine Bauten. Leipzig 1892.
Strafsburg und seine Bauten. Strafsburg 1894.
Berlin und seine Bauten. Berlin 1896.
Freiburg und seine Bauten. Freiburg 1898.
Bremeu und seine Bauten. Bremen 1900.
E. Genzmer, Die städtischen Strafsen. Stuttgart 1900.
Die Stuttgarter Stadterweiterung, herausgegeben vom Stadtschultheifsenamt. Stuttgart 1901.
Augsburg und seine Bauten. Augsburg 1902.
R. Baumeister, Strafsenbaupläne in alter und neuer Zeit. Karlsruhe und Stuttgart 1902.
J. Stübben, Die Bedeutung der Bauordnungen und Bebauungspläne für das Wohnungswesen. Göttingen 1902.
R. Iszkowski, Die Anforderungen des Strafsenverkehrs. Wien 1902.
Th. Fischer, Stadterweiterungsfragen mit besonderer Rücksicht auf Stuttgart. Stuttgart 1903/1905.
L. Hercher, Über Grofsstadterweiterungen. Göttingen 1904.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

Unger, Grofsstädtische Grundpläne. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1877, S. 192.
Vogt, Über die Richtung städtischer Strafsen nach der Himmelsgegend und das Verhältnis ihrer Breite zur Häuserhöhe. Zeitschr. f. Biologie 1879, S. 319, 605. — Eisenbahn 1879 II, S. 52, 58, 64, 70, 77, 83.
Strafsenbau und Stadterweiterung von Paris. Zeitschr. f. Bauw. 1879, S. 378.
Die Stadterweiterung von Mainz. Deutsche Bauz. 1879, S. 484; 1880, S. 142.
Zur Stadterweiterung von Köln. Deutsche Bauz. 1879, S. 430, 449, 470, 484. — Rombergs Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1879, S. 455, 476. — Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1880, S. 51.
Gröfsenverhältnisse der freien Plätze Berlins im Vergleich mit denjenigen von Paris. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1879, S. 69.
Mitteilungen über Platz- und Strafsenanlagen aus den Städten Basel, Bern, Genf, Zürich, Besançon, Lyon, Nancy, Luxemburg, Lüttich und Löwen. Deutsche Bauz. 1880, No. 57, 59, 61, 63, 71, 73, 77, 79, 85, 91, 93, 95, 97, 98, 99, 103.
M. A. Turner, Über Strafsenverhältnisse und Bebauungsart gröfserer Städte. Rombergs Zeitschr. f. Bauk. 1880, S. 405, 428, 451.
Herstellung notwendiger Strafsendurchbrüche im Innern von London. Engineer 1880, Nov. S. 352.
Stübben, Der Bebauungsplan von Aachen. Deutsche Bauz. 1880, S. 100.
Wettbewerb für die Kölner Stadterweiterung. Deutsche Bauz. 1880, S. 497.
Der Bebauungsplan von Berlin, Vortrag von Baurat Heyden. Deutsche Bauz. 1880, S. 136.
Die Abhängigkeit der Haushöhen von den Strafsenbreiten. Deutsche Bauz. 1881, S. 492, 590. — Wochenbl. f. Bauk. 1887, S. 442.
Baumeister, Der endgiltige Entwurf des Stadtbaumeisters Conrath für die Stadterweiterung von Strafsburg. Deutsche Bauz. 1881, S. 13, 26.
Die Stadterweiterung Kölns. Deutsche Bauz. 1881, S. 6, 10. — Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 1, 445, 506, 523. — Zentralbl. d. Bauverw. 1881, S. 144. — Wochenbl. f. Bauk. 1885, S. 458.
Mühlke, Thorplätze der Florentiner Stadterweiterung. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 124.
Dietrich, Die Abnutzung der öffentlichen Plätze. Baugewerkszeitung 1882, S. 242.
Die Haushöhen in Paris. Gaz. d. arch. u. et du bâtiment 1884, S. 190, 205. — Zentralbl. d. Bauverw. 1882, S. 302. — Baugewerkszeitung 1882, S. 538.
Oertel, Die Entwickelung städtischer Strafsen und Plätze. Baugewerkszeitung 1882, S. 749.
Die Seekai-Anlagen in Zürich. Deutsche Bauz. 1882, S. 291.
Der genehmigte Bebauungsplan von Viviani für Rom. Zentralbl. d. Bauverw. 1882, S. 266. — Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 206.
Der Bebauungsplan für die Theresienwiese in München. Deutsche Bauz. 1882, S. 538. — Deutsches Baugewerkschaftsbl. 1883, S. 588.

Die Piazza di Spagna in Rom. Wochenbl. f. Bauk. 1883, S. 57.
Mühlke, Studie über römische Platzanlagen. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1883, S. 45, 56, 66.
Weifs, Städtische Strafsen-, Park- und Platzanlagen. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1883, S. 43.
Die Stadterweiterung von Wien. Deutsche Bauz. 1883, S. 10.
Wieck, Die Aufstellung von Bebauungsplänen. Deutsche Bauz. 1883, S. 579. — Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1883, S. 490.
Der neue Bebauungsplan von Rom. Deutsche Bauz. 1883, S. 173, 186, 199.
Die Strafsenquerschnitte der Stadterweiterung von Köln. Baugewerkszeitung 1883, S. 885.
Kommissionsbericht über den neuen Bebauungsplan für Hannover. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1884, S. 333; 1885, S. 21. — Deutsche Bauz. 1885, S. 518; 1886, S. 18.
Berücksichtigung der Windrichtung bei Anlage von Wohnplätzen. Gesundh.-Ing. 1885, S. 312.
Grundsätze für Stadterweiterungen. Vierteljahrschr. d. Ver. f. öffentl. Gesundheitspflege 1886, Bd. 18, S. 9.
Über die Forderung zweckmäfsiger Strafsenorientierung bei Stadterweiterungen. Gesundh.-Ing. 1886, S. 159.
Die Entwickelung der Strafsenanlagen von Paris seit Ende des vorigen Jahrhunderts. Wochenbl. f. Bauk. 1886, S. 499.
Stübben, Die Freilegung des Domes zu Köln und die Regulierung der angrenzenden Strafsen. Deutsche Bauz. 1886, S. 561.
Die Abkantung oder Abrundung von Strafsenecken. Wochenbl. f. Bauk. 1887, S. 29, 144.
E. Hecht, Über Stadterweiterungen. Wochenbl. f. Bauk. 1887, S. 32, 42.
Strafsenregelung für die Umgebung des Stephans-Domes in Wien. Wochenschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1887, S. 168.
Die Umgestaltung des Bebauungsplanes von Venedig. Zentralbl. d. Bauverw. 1887, S. 362.
Die Stadterweiterung von Rom. Baugewerkszeitung 1888, S. 353, 376.
Die Aufgaben des Stadtstrafsenbaues der Gegenwart. Journ. of the Franklin Inst. 1889 II, S. 440.
Die Abkantung der Ecken in städtischen Fluchtlinienplänen. Deutsche Bauz. 1889, S. 94, 199; 1890, S. 20.
C. Sitte, Über alte und neue Stadtanlagen mit Bezug auf die Plätze und die Monumentaufstellungen in Wien. Wochenschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1889, S. 261, 269.
G. Heuser, Über öffentliche Plätze und ihre Einrichtungen zu festlichen Zwecken. Deutsche Bauz. 1889, S. 508.
Stübben, Der Wiederaufbau der Stadt Szegedin. Deutsche Bauz. 1889, S. 3.
Der Bebauungsplan der Stadt Hannover. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1886, S. 18; 1888, S. 330; 1889, S. 240.
B. Adam, Die König-Johannstrafse zu Dresden. Ziviling. 1889, S. 175.
Das Querprofil der Stadtstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 380.
Zur Freilegung des Domes zu Köln. Deutsche Bauz. 1890, S. 25, 61, 79, 140.
Der Wert der Diagonalstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 409.
K. Henrici, Neuzeitliche Städte-Bausysteme. Deutsche Bauz. 1891, S. 81, 150; vergl. dass. S. 122 (J. Stübben).
K. Henrici, Der Individualismus im Städtebau. Deutsche Bauz. 1891, S. 295, 301, 320.
Die Stadterweiterung von Wesel. Deutsche Bauz. 1891, S. 13.
Die strafsenbauliche Entwickelung von Worms. Deutsche Bauz. 1891, S. 489.
Die Stadterweiterung auf der Westseite von Danzig. Deutsche Bauz. 1891, S. 617.
Der Wettbewerb für die Stadterweiterungspläne von München. Zentralbl. d. Bauverw. 1891, S. 193.
Adicke's Gesetzentwurf zur Erleichterung von Stadterweiterungen. Zentralbl. d. Bauverw. 1892, S. 530.
Die Stadterweiterung von Landau in Bayern. Deutsche Bauz. 1892, S. 146.
Wettbewerb zur Erlangung von Bebauungsplänen für das nördliche Stadtgebiet von Hannover. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1892, S. 425.
Der Bau der Kaiser-Wilhelmstrafse in Hamburg. Deutsche Bauz. 1893, S. 9.
Entwurf zu einem Elsterbecken in Leipzig. Deutsche Bauz. 1893, S. 552.
Lageplan der Theresienwiese und Umgebung in München. Baugewerkszeitung 1893, S. 872.
J. Stübben, Praktische und ästhetische Grundsätze für die Anlage von Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 529, 545, 561, 582. — Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1893, S. 441.
Wettbewerb für die Bebauung des Stubenviertels in Wien. Allg. Bauz. 1893, S. 41.
Die Stadterweiterung von München. Deutsche Bauz. 1893, S. 227, 305, 329, 389. — Zentralbl. d. Bauverw. 1893, S. 149.
Zur schönheitlichen Gestaltung städtischer Strafsen. Deutsche Bauz. 1893, S. 294, 326.
J. Stübben, Über gerade und krumme Strafsen. Deutsche Bauz. 1893, S. 349.
Wohnungsfrage und Bebauungsplan. Deutsche Bauz. 1893, S. 539.

Die Umgestaltung der älteren Teile von Prag. Techn. Blätter, Vierteljahrschr. d. deutschen polyt. Ver. in Böhmen 1893, S. 91.

Vorschläge zur Verschönerung moderner Strafsen durch entsprechende Anordnungen im Bebauungsplane. Deutsche Bauz. 1894, S. 5.

Bebauungsverhältnisse in den Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 24.

Generalbebauungsplan für Grofs-Wien. Deutsche Bauz. 1894, S. 123. — Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1894, S. 385, 393, 410. — Zentralbl. d. Bauverw. 1894, S. 420.

Die bauliche Entwickelung Strafsburgs i. E. Deutsche Bauz. 1894, S. 434, 442, 450.

Stadterweiterungen. Deutsche Bauz. 1894, S. 489.

J. Stübben, Alte Stadtanlagen. Deutsche Bauz. 1894, S. 608.

Einiges zur Beachtung bei Anlage von Strafsen, Plätzen und Gebäuden auf unebenem Gelände. Deutsche Bauz. 1894, S. 501, 506.

Zur Geschichte der Strafsburger Stadterweiterung. Deutsche Bauz. 1894, S. 584.

J. Röttinger, Die Aufgaben und das Wesen des Städtebaues. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 521, 538, 552.

Das Wachstum der Grofsstädte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 554.

Neue Regel für das Mafs der Ausnutzung von Bauplätzen. Zentralbl. d. Bauverw. 1894, S. 421; 1895, S. 14.

Die Notwendigkeit weiträumiger Bebauung der Stadterweiterungen u. s. w. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. 1895, I. Heft, Bd. 27, S. 101. — Gewerbebl. f. d. Grofsherzogt. Hessen 1895, S. 77.

Bebauung des Platzes um den Wasserturm in Mannheim. Schweiz. Bauz. 1895 I, S. 56, 92. — Zentralbl. d. Bauverw. 1895, S. 83. — Deutsche Bauz. 1896, S. 147.

J. Stübben, Vortrag über die bauliche Umgestaltung der Städte Neapel, Palermo, Rom und Florenz. Deutsche Bauz. 1895, S. 50.

J. Stübben, Die Schönheit der Städte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 137.

J. Stübben, Der Bau der Städte in Geschichte und Gegenwart. Zentralbl. d. Bauverw. 1895, S. 105, 119, 126.

P. Wallé, Zusammenwirken der Architekten und Ingenieure bei Aufstellung von Bebauungsplänen. Tiefbau 1895, S. 91.

Buls, Schönheit der Städte in ihrer Abhängigkeit von der Anlage des Bebauungsplanes. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 137.

Die neue Uferstrafse am Harlem-River in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 565, 582, 597.

Bebauungsplan für Luzern. Schweiz. Bauz. 1895, II, S. 41, 148; 1896, S. 16.

Bebauungsplan für die St. Anna-Vorstadt in München. Deutsche Bauz. 1895, S. 577. — Südd. Bauz. 1896, S. 53. — Zentralbl. d. Bauverw. 1895, S. 343.

Bebauung des Pleifsenburg-Geländes in Leipzig. Deutsche Bauz. 1895, S. 617.

Genzmer, Anlage einer inneren Ringstrafse in Halle a. S. Deutsche Bauz. 1896, S. 33.

Bömches, Bebauungsplan von Laibach. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1896, S. 73, 75.

Freilegung des Wiener Stephan-Domes. Deutsche Bauz. 1896, S. 157, 231.

Der Wiener Stadtbebauungsplan. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1896, S. 87, 389, 406, 419, 433, 447, 466. — Schweiz. Bauz. 1896 II, S. 157. — Deutsche Bauz. 1896, S. 501, 509.

Bauveränderungen im alten Nürnberg. Deutsche Bauz. 1896, S. 273, 278.

Strafsenverlegungen im Innern von London. Scient. Amer. 1896, Supplementbd., S. 16734.

Baumeister, Leitsätze für einen gesundheitlich zweckmäfsigen Ausbau der Städte. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. 1896, H. 1.

Bebauung des ehemaligen Bahnhofgeländes in Altona. Deutsche Bauz. 1896, S. 613.

Über geschlossene und offene Bauweisn mit Beziehung auf Wien. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1896, S. 384.

Zur künstlerischen Erscheinung des Strafsenbildes. Deutsche Bauz. 1896, S. 386; 1897, S. 153.

Über Wohnstrafsen und die Landhaus-Baugesellschaft „Pankow“ in Berlin. Deutsche Bauz. 1897, S. 49.

Umgestaltung des Königsplatzes in Berlin. Deutsche Bauz. 1897, S. 57.

Baumeister, Grundsätze des Städtebaues. Deutsche Bauz. 1897, S. 95.

Die bauliche Entwickelung Basels. Schweiz. Bauz. 1897 II, S. 101, 107, 115, 124.

Rofs, Städtebauten in Italien. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen 1897, S. 123.

Trennung von Wohn- und Geschäftsvierteln. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 304.

Leipziger Stadtumbaupläne. Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 224.

Neueinteilung der Potsdamer Strafse in Berlin. Deutsche Bauz. 1897, S. 413, 495.

Bebauung der sogenannten Nordfront in Magdeburg. Deutsche Bauz. 1897, S. 365.

Umgestaltung des Potsdamer Platzes in Berlin. Deutsche Bauz. 1897, S. 412, 422; 1898, S. 205. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 530.

Die Stadterweiterung von Haag und Brügge. Deutsche Bauz. 1898, S. 33, 117.

Allgemeine Grundsätze für Städtebau. Schweiz. Bauz. 1898 I, S. 172.

Die bauliche Entwickelung der Stadt Berlin nach künstlerischen und technischen Gesichtspunkten. Zentralbl. d. Bauverw. 1898, S. 229.

Der Bebauungsplan für Dresden. Deutsche Bauz. 1898, S. 530. — Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 698; 1899, S. 117. — Zentralbl. d. Bauverw. 1898, S. 520.

Das Entstehen von Bebauungsplänen und die Bildung der einzelnen Baustellen. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 737.

Über Fluchtlinien mit besonderem Hinweis auf Frankfurter Verhältnisse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 165.

Gestaltung grofser Plätze und Parkbehandlung in grofsen Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 149, 217, 234, 258.

Vorteilhafte Zerlegung grofser Baublöcke nach Prof. Nufsbaum. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1899, S. 858; Vorschlag von Arch. Labo. Zentralbl. d. Bauverw. 1899, S. 401.

Bebauungsplan von Eisenach. Deutsche Bauz. 1899, S. 202, 214, 221.

Abänderung des Bebauungsplanes für den östlichen Teil der Museumsinsel in Berlin. Zentralbl. d. Bauverw. 1899, S. 286, 334.

Bebauungsplan für das Gelände des Parks Witzleben bei Charlottenburg. Zentralbl. d. Bauverw. 1899, S. 322.

Stadterweiterung von Ulm. Deutsche Bauz. 1899, S. 592.

Bebauungsplan für des sogenannte Scheunenviertel in Berlin. Zentralbl. d. Bauverw. 1899, S. 55. — Deutsche Bauz. 1899, S. 149, 199, 252; 1900, S. 137, 155.

Die Umgestaltung der Umgebung des ehemaligen kurfürstlichen Schlosses zu Mainz. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1899, S. 801; 1900, S. 55. — Zentralbl. d. Bauverw. 1900, S. 334.

Die Wohnfrage, eine Frage des Städtebaues. Deutsche Bauz. 1900, S. 112.

Umgestaltung des Schlofsplatzes in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 419.

Die Stadterweiterung unter volkswirtschaftlichem Gesichtspunkte unter Bezugnahme auf Stuttgarter Verhältnisse. Deutsche Bauz. 1900, S. 163.

Entwurf für die Bebauung der Kohleninsel in München. Deutsche Bauz. 1900, S. 185.

Die Bebauung des Kaiser Wilhelm-Platzes in Bremen. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen Wochenausg. 1900, S. 293.

Gurlitt, Über künstlerischen Städtebau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 451.

Genzmer, Moderner Städtebau und Ausgestaltung der Stadtbaupläne nach den Grundsätzen der neuen Städtebaukunst. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 397.

Goecke, Städtebaufragen mit besonderer Beziehung auf Berlin. Deutsche Bauz. 1901, S. 226, 233, 251.

Bibusch, Über den Entwickelungsgang der Stadt-Strafsenprofile. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 399, 413, 435.

Haller, Strafsenflucht und Baufluсht. Deutsche Bauz. 1901, S. 438. — Zentralbl. d. Bauverw. 1901, S. 398, 438.

Die Stadterweiterung und Bauordnung von Mannheim. Zentralbl. d. Bauverw. 1901, S. 429, 436.

Henrici, Die Stadterweiterung von Stuttgart. Zentralbl. d. Bauverw. 1901, S. 577, 590; vergl. auch: Baumeister. Deutsche Bauz. 1901, S. 555; 1902, S. 86, 97.

R. Baumeister, Grundsätze für Stadtbaupläne. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 478.

Benutzung des Luftraumes in städtischen Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 85.

F. Schumandl, Die Mängel unserer Strafsen und ihre Beseitigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 55, 72, 102, 119, 137, 151, 171.

Die Gestaltung der Plätze Berlins. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 315.

Verbreiterung der Bismarckstrafse in Charlottenburg. Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 417.

Städtische Schnellverkehrsplätze in Berlin. Deutsche Bauz. 1902, S. 563.

Der Reitweg auf der Nordseite der Strafse „Unter den Linden“ in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 537.

Bebauungsplan für ein gröfseres Gelände bei Elberfeld. Deutsche Bauz. 1902, S. 27.

Die Grofsstadt der Zukunft. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 353.

K. Henrici, Woran ist zu denken bei der Aufstellung eines städtischen Bebauungsplanes? Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 96.

K. Rumpf, Über Strafsenpflege vom hygienischen Standpunkte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 28.

Ringstrafsenanlage der Stadt Ulm. Deutsche Bauz. 1903, S. 170.

Neuer Boulevard in Havanna auf Cuba. Engng. record 1903, Bd. 47, S. 437.

Generalregulierungsplan von Brünn. Wettbewerb-Entwurf von H. Goldemund und Karl Mayreder. Zeitschr. des österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1903, S. 337.

Moderne Straſsenanlagen in Havanna. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1903, S. 343.

Die Stuttgarter Stadterweiterung. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1903, S. 395.

Französischer Städtebau (Sägestellung der Häuser). Deutsche Bauz. 1903, S. 422.

R. Eberstadt, Über einige Fragen des Städtebaues. Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 408.

Die Bedeutung neuer Straſsenfluchtlinien in alten Städten vom Standpunkte der Denkmalpflege. Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 598.

H. Goldemund, Über den Städtebau mit besonderer Rücksicht auf die gesundheitlichen Anforderungen an einen Regulierungsplan. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1903, S. 440.

Die Umgestaltung des Theaterplatzes in Dresden. Deutsche Bauz. 1903, S. 638 u. 645; 1904, S. 446.

Zur Profilierung städtischer Verkehrsstraſsen. Bauingenieur-Zeitung 1904, S. 137.

Moormann, Die Erhaltung der alten Städtebilder. Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 398.

Alb. Hofmann, Bremische Stadt- und Denkmalfragen. Deutsche Bauz. 1904, S. 362 u. 373.

Zur Frage der Umgestaltung des Karlsplatzes in Wien. Deutsche Bauz. 1904, S. 365 u. 443.

Baulinienplan für den Vorort Pfersee bei Augsburg. Südd. Bauz. 1904, S. 396.

Die Ulmer Münsterplatz-Frage. Südd. Bauz. 1904, S. 407.

Wendeplätze in schmalen Villenstraſsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1904, S. 543.

Über Straſsenverbreiterung. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1904, S. 565.

Groſsstadterweiterungen. Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 588.

Pariser Straſsendurchbrüche. Deutsche Bauz. 1904, S. 597.

Von der Stadterweiterung in Posen. Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 605.

Bebauungsplan für Waldenburg i. Schl. Zentralbl. d. Bauverw. 1905, S. 9.

Die Stadterweiterung in Potsdam. Württemb. Bauz. 1905, S. 138.

Die Anlage von Gartenstädten in England zur Lösung der Arbeiterwohnungsfrage. Zentralbl. d. Bauverw. 1905, S. 123 u. 138.

Boulevard auf Kragträgern in New York. Génie civil 1905, Bd. 46, S. 363; Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1905, S. 163; Engng. rec. 1905, Bd. 51, S. 99.

C. Gurlitt, Städtebaufragen. Württemb. Bauz. 1905, S. 278 u. 321.

Anlage einer Sportstraſse im Metropolitan Park bei Boston. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1905, S. 325.

Die Bebauungspläne im Hinblick auf Höhenlage und Kanalisation. Zentralbl. d. Bauverw. 1905, S. 404.

Die Aufstellung von Baulinienplänen in Bayern. Zentralbl. d. Bauverw. 1905, S. 439.

Zur Frage der Bedeutung des Reihenhauses gegenüber dem freistehendem Landhause. Deutsche Bauz. 1905, S. 599.

Zur Umgestaltung der Bismarckstraſse in Charlottenburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1905, S. 303; 1906, S. 203 u. 223.

Terrassenförmige Fahrbahnen („Zickzack"-Fahrwege) für steile städtische Straſsen. Engng. rec. 1905, Bd. 52, S. 752; Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1906, S. 59; Zentralbl. d. Bauverw. 1906, S. 212.

Baumeister, Grundsätze des Städtebaues. Württemb. Bauz. 1906, S. 262; Südd. Bauz. 1906, S. 337, 347; Deutsche Bauz. 1906, S. 556, 568, 577, 604.

Wettbewerb zur Erlangung eines Bebauungsplanes für das Gebiet am Holstentor in Lübeck. Zentralbl. d. Bauverw. 1906, S. 487.

Neuer Straſsendurchbruch in London. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1906, S. 467.

Baustraſse und Bauvorschriften für die Neckarhalde in Eſslingen. Bauz. f. Württemberg 1906, S. 351.

Über die Erhaltung der freien Plätze in den Groſsstädten. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1906, S. 547, 572, 595.

Die künstlerische Gestaltung des westlichen Abschlusses des Pariser Platzes in Berlin. Deutsche Bauz. 1906, S. 573.

Städtische Parks, eine gewinnbringende Kapitalanlage. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1906, S. 663.

Neue Grundsätze des preuſs. Ministeriums d. öffentl. Arbeiten für die Aufstellung von Bebauungsplänen und die Bearbeitung neuer Bauordnungen. Deutsche Bauz. 1907, S. 47.

Ein englischer Fachmann (T. C. Horsfall) über den deutschen Städtebau. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1907, S. 23.

Der Straſsenbau Berlins im Jahre 1905. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1907, S. 24 u. 46.

Wettbewerb zum Bebauungsplan für das Quartier de la Maladière in Neuchatel. Schweiz. Bauz. 1907 I, S. 103.

Genzmer, Entwurf für die Erweiterung der Stadt Hirschberg in Schlesien. Deutsche Bauz. 1907, S. 221.

Die Spekulation im neuzeitlichen Städtebau. Zentralbl. d. Bauverw. 1907, S. 278.

B. Fahrbahnbefestigung.

(Zu § 5 bis 9).

I. Allgemeines über städtische Pflasterungen und Pflasterungen verschiedener Städte.

Seefehlner, Mitteilungen über das Budapester Straſsenpflaster. Zeitschr. f. Bauk. 1879, S. 310; 1880, S. 477; 1882, S. 75.

H. Keller, Das Straſsenpflaster der Groſsstädte Englands. Zentralbl. d. Bauverw. 1881, S. 300, 324, 335.

Die Neupflasterungs- und Unterhaltungskosten von Straſsendämmen. Baugewerkszeitung 1881, S. 363.

Geologische Profile der Straſsen in Wien. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1881, S. 116.

Die Straſsenpflasterung von Königsberg. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1883, S. 20.

Gottheiner, Die Befestigung von Straſsen in verkehrsreichen Städten mit besonderer Bezugnahme auf London und Paris. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1884, S. 464, 473.

Bericht Sachverständiger über die Pflasterungen in Philadelphia. Engng. news 1884, S. 61. — Nouv. ann. de la constr. 1884, S. 171. — Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1885, S. 189, 200.

Gräpel, Die Berliner Straſsenpflasterungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1884, S. 231; 1887, S. 36, 68.

Das Straſsenpflaster in amerikanischen Städten. Zeitschr f. Transportw. u. Straſsenb. 1885, S. 189, 200; 1887, S. 252.

Übersicht der Pflasterarten in Wien. Wochenschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1885, S. 38.

Die Straſsenbefestigung in Budapest. Deutsche Bauz. 1885, S. 77. — Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1887, S. 5.

Die städtischen Straſsenanlagen in Frankfurt a. M. Deutsche Bauz. 1886, S. 531.

Das Wiener Straſsenpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1886, S. 283.

Die Straſsen von St. Petersburg. Zentralbl. d. Bauverw. 1886, S. 437. — Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1887, S. 11, 91, 99.

Über den Straſsenbau Amerikas und andere städtische Aufgaben. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1887, S. 188.

Die Straſsen von New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1887, S. 236.

Über Straſsenbefestigung: Vortrag von Dr. Blasius auf dem Kongreſs für Gesundheitspflege in Frankfurt a. M. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1888, S. 269.

Über Straſsenbau und Unterhaltung öffentlicher Wege in Dresden. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1888, S. 169.

Die neuen Straſsen von Budapest. Ann. des ponts et chaussées 1888 II, S. 59.

Pflasterkitt. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1889, S. 44.

Der Einfluſs des Frostes auf Straſsenbefestigungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1889, S. 197.

Die Unterbettung des Straſsenpflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1889, S. 172, 269, 375.

Straſsenpflasterungen in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1889, S. 233, 366, 376.

Die Pflasterfrage. Vortrag von J. W. Howard. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1890, S. 280.

Ausführungen von Pflasterarbeiten in London und Liverpool. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1890, S. 397, 421.

Straſsenpflasterungen in Mainz. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1890, S. 279.

Straſsenbefestigungen in Paris. Sanitary engineer 1890, Aug., S. 196. — Deutsche Bauz. 1890, S. 384. — Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1890, S. 157.

Straſsenpflasterung und Straſsenbauwesen in München. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1890, S. 289; 1881, S. 13.

Makadam-Straſsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1891, S. 191.

C. Merkel, Mitteilungen aus dem Pflasterwesen einiger Groſsstädte. Deutsche Bauz. 1891, S. 317, 331.

Das Berliner Straſsenbauwesen. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1891, S. 42.

Das Straſsenbauwesen in Frankfurt a. M. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1891, S. 29.

Das Straſsenpflaster in St. Louis. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1891, S. 133; 1892, S. 86.

Einführungsbestrebungen für geräuschloses Pflaster in München. Deutsche Bauz. 1892, S. 88. — Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1891, S. 423.

Straſsenbauliche Eindrücke in Magdeburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1891, S. 93.

Straſsenbauliches aus Köln. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1892, S. 1, 213.

Der Einfluſs der Beschaffenheit des Straſsenpflasters auf den Wert der anliegenden Grundstücke. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1892, S. 341.

Dehnhardt, Die Straſsenverhältnisse zu Frankfurt a. M. Zeitschr. f. Transportw. u. Straſsenb. 1892, S. 485.

Befestigung der Strafsen in London und Liverpool. Engineering 1892 II, S. 112, 143, 188. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 129, 145, 164, 183.
Über Strafsenbefestigungen in Boston, Salt-Lake-City, Newton und anderen amerikanischen Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 349; 1893, S. 429, 559.
Über geräuschloses Pflaster. Schweiz. Bauz. 1892 I, S. 44, 51, 73. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 405, 421, 437; 1894, S. 21, 53, 291. — Gesundh.-Ing. 1894, S. 149.
Über die allgemeinen Bedingungen und Vorteile eines guten Strafsenpflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 373, 389.
Das Strafsenpflaster der grofsen Städte Englands. Nouv. ann de la constr. 1894, Okt., S. 155. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 157; 1895, S. 267.
Das Berliner Normal-Strafsenprofil und die Entwickelung und Verwaltung der Berliner Strafsenpflasterungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 38; 1895, S. 115, 119; 1896, S. 21, 87.
Pflasterung und Bewässerung der Bostoner Strafsen im Jahre 1893. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 17.
Klette, Über Strafsenbefestigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 109, 127, 143, 161.
Amerikanisches Strafsenpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 519.
Strafsenpflaster in Chicago. Baugewerkszeitung 1896, S. 675.
Der Strafsenbau in New-York. Ann. des travaux publ. de Belgie 1897, S. 77.
Ausdehnung der verschiedenen Pflasterarten in Berlin. Baugewerkszeitg. 1897, S. 514.
Strafsenbauliche Anlagen in Hamburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 97, 158, 221, 287, 365.
Die Verbreiterung des Fahrdammes der Potsdamer Strafse in Berlin. Deutsche Bauz. 1897, S. 334.
Strafsenbau in München. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 445, 465, 481, 497.
Strafsenbauarbeiten in Dresden. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 217.
Über den Wert der verschiedenen Pflastermaterialien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 278.
Über Strafsenpflasterungen in grofsen Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 281.
Das Strafsenpflaster in Budapest. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 345, 361, 377.
Zur Verminderung des Wagengeräusches in den Strafsen Dresdens. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 872.
In Altona eingeführte Einheitspreise für Pflasterung, Chaussierung und Gehweganlagen. Nach „Tiefbau“, Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 485.
Zusammenstellung von Profilen breiter Strafsen in verschiedenen Hauptstädten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 521.
Die Pflasterarbeiten in den Grofsstädten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 569.
Pflasterungen von Fahrbahnen. Schweiz. Bauz. 1899 I, S. 45. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 97.
Fahrbahnbefestigung in verschiedenen Grofsstädten. Reisebericht des Züricher Strafseninspektors Stadelmann. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 81, 293, 309, 454, 471, 486, 502.
Kosten der Strafsenneubauten und Unterhaltungen in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 179.
Strafsenpflasterungen in St. Louis. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 533.
Zur Ableitung von Hochfluten eingerichtete städtische Strafsen. Zentralbl. d. Bauverw. 1899, S. 210.
Zur Entwickelungsgeschichte des Strafsenpflasters in Kopenhagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 407.
Über Strafsenpflasterungen in England mit besonderer Berücksichtigung der in Liverpool angewandten Pflasterungsarten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 145, 197; 1900, S. 65, 82.
Pinkenburg, Pflasterverhältnisse der städtischen Strafsen im Deutschen Reich. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1900, S. 603, 653. — Bauing.-Zeitg. 1900, S. 9. — Techn. Gemeindebl. 1900, No. 7.
Versuchspflasterungen in Zürich. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 165.
Die Strafsenpflasterungen in amerikanischen Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 503.
Die Strafsenpflasterungen in Warschau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 295.
Welches Strafsenpflaster ist das gesündeste? Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 296.
Strafsen- und Brückenbau der Stadt Leipzig. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 145.
Geräuschbelästigungen in Städten und ihre ärztliche Begutachtung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 148.
Strafsenbefestigung der Stadt Berlin. Techn. Gemeindebl. 1901, S. 187. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 379. — Bauing.-Zeitg. 1901, S. 348, 353, 375, 383, 391.
Die Strafsenpflasterungen Brüssels. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 573.
Über billige Strafsenpflasterungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 537.

Entwickelungsgang der städtischen Strafsenquerschnitte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 399.
Strafsenbefestigung in Berlin am 1. April 1900. Techn. Gemeindebl. 1901, Dez., S. 275.
Die Pflasterungen der Stadt Berlin im Jahre 1900. Bauing.-Zeitg. 1902, S. 314.
Strafsenbefestigung in Paris. Techn. Gemeindebl. 1902, S. 193.
Strafsenpflasterungen in Charlottenburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 39.
H. P. Gille, Über die Wahl von Strafsenpflaster vom ökonomischen Gesichtspunkte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 169.
Kostenberechnung verschiedener Pflasterarten in Amerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 542.
Pinkenburg, Zweckmäfsige Pflasterungen in unseren Grofsstädten. Techn. Gemeindebl. 1902, S. 97.
Berechnung der Unterhaltungskosten bei Strafsen und Wegen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 1.
Über Pflasterungen in Strafsen mit besonderer Berücksichtigung der hauptsächlich in England vorkommenden Pflasterarten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 81, 97, 113, 129.
Pflasterverbesserungen in Hamburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 145.
Über Strafsenpflasterungen in den Städten der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 161, 177, 193, 209.
Hochofenschlacke als Wegebaumaterial. Daselbst 1903, S. 470 u. 487.
Die Strafsenbefestigung auf der deutschen Städteausstellung in Dresden. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 325, 342, 360.
Das Tiefbauwesen der Stadt Frankfurt a. M. Südd. Bauz. 1903, S. 384.
Die Unterlage des Strafsenpflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 603.
Das Strafsenpflaster in Toronto (Kanada). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 563.
Tiefbauarbeiten der Stadt Leipzig. Daselbst 1904, S. 484.
Bau und Unterhaltung der Strafsen Berlins. Daselbst 1905, S. 4 u. 244.
Geräuschloses oder geräuschschwaches Pflaster in kleinen Städten? Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 83.
Das Pflaster Belgiens, Londons und deutscher Grofsstädte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 63, 84, 103, 125, 146, 184, 204 u. 223.
Kiesschotterstrafsen in Ontario. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 640.
Gepflasterte Rinnen und Strafsenübergänge chaussierter Strafsen in Rochester (New-York). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 561.
Die wichtigsten Pflasterarten für Stadt- und Landstrafsen mit besonderer Berücksichtigung der wirtschaftlichen Gesichtspunkte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 3, 23 u. 41.
Strafsenbau in der Stadt Chicago und in deren Aufsenbezirken. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 160.
Die Entwässerung der Steinstrafsen. Daselbst 1906, S. 179.
Berliner Pflasterverhältnisse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 327.
Ed. Schneider, Das sogen. Mainzer Strafsenprofil. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 407, 427, 448.
Verfahren zur Herstellung von Steinstrafsen und Strafsen mit Kopfpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 434.
Einiges über Berliner Pflasterverhältnisse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 616.
Ed. Schneider, Strafsenentwässerung in Ortschaften ohne Kanalisation. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 618 u. 640.
Die Herstellung und Unterhaltung unserer Strafsenfahrbahnen. Bauz. f. Württemb. u. s. w. 1907, S. 81.
Der Strafsenbau in seiner Anwendung auf Gleisverlegung im Strafsenkörper. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 154.
Ed. Schneider, Untergrund und Unterbettung der Strafsenfahrbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 175, 196 u. 219.
Belag für befahrbare und begehbare Flächen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 177.
Erfahrungen mit verschiedenen Pflasterungen in Strafsen mit starkem Längsgefäll. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 284.

II. Natursteinpflaster.

1. Pflaster aus natürlichen Steinen.

Soll man mit grofsen oder kleinen Steinen pflastern? Baugewerkszeitung 1880, S. 70.
Die Strafsenpflasterungen auf der bautechnischen Ausstellung der Stadt Berlin. Zeitschr. f. Bauk. 1880, S. 59.
Die Befestigung der Fahrstrafsen in Städten durch Steinpflaster. Zeitschr. f. Bauk. 1880, S. 35.
Pflaster, das teilweise von Wasser überströmt wird. Deutsche Bauz. 1881, S. 479.

Steingröfse der Berliner Pflasterungen. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 201, 231.
Zur städtischen Strafsenpflasterung. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 81, 92, 113.
Gröfse amerikanischer Pflastersteine. Engng. news 1883, Bd. XV, S. 117, 163.
Granitpflaster auf Betonunterlage. Wochenschr. f. Bauk. 1887, S. 68. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 84; 1889, S. 402.
Einführung einheitlicher Gröfsen der Pflastersteine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 20.
Härteste und mildere Granite zu Pflastersteinen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 50.
Daehr, Ein Beitrag zur Steinpflasterfrage. Deutsche Bauz. 1890, S. 215.
Granitwürfelpflaster in Wien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 392.
Über Pflastersteinmafse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 197, 309.
Steinpflaster mit Fugenausgufs. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 85; 1893, S. 145, 333, 580; 1894, S. 177.
Wahrnehmungen über Steinpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 569.
Unterhaltung der Pflasterflächen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 2.
Neue englische Pflastersteine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 298.
Über Strafsenpflasterungen in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 245, 261.
Fr. Eckhardt, Entwickelung der Bedingungen für die Tragfähigkeit und Charakteristik der Steinpflasterbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 391, 407.
Amerikanische Granitpflasterungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 4, 17.
Versuche mit Basaltsteinen mit eben geschliffenen Köpfen in Hanau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 379.
Hartbasalt als Strafsenbaumaterial. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 1, 21.
Wiederherstellung aufgerissenen Pflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 81.
Schotterunterbettung als Pflasterunterlage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 212.
Pflaster mit Unterbettung aus Beton-Eisen. Génie civil 1903, Bd. 43, S. 29.
Bau und Unterhaltung der Steinstrafsen mit besonderer Berücksichtigung des Umbaues von Chausseen in Steinstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 378 u. 394.
Kleinpflaster in Hanau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 79.
Steinpflaster mit Kantenschutzstreifen in den Fugen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 207, 447.
Schallehn, Kleinpflasterstreifen in Pflaster aus anderen Steinen. Zentralbl. d. Bauverw. 1907, S. 202.
Das Pflastern mit der Kelle statt mit dem Setzhammer. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 447.

2. Beschaffung der Pflastersteine. Steinbrüche.

Das Steinmaterial für Pflasterungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1885, S. 278.
Dietrich, Die Vergebung der Pflastersteinlieferungen in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1885, S. 2.
Die Herkunft der Pflastersteine Berlins und die Art ihrer Beschaffung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 276; 1887, S. 285 u. Steinsetzer-Zeitung 1890, S. 225.
Die Bedeutung der Granitindustrie Schlesiens. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 397.
Die Pflastersteine der Stadt Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 270. — Builder 1889, Bd. 57, S. 271, 410. — Nouv. ann. de la constr. 1890, S. 145.
Der englische Steinbruchbetrieb für Strafsenbau. Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1890, S. 329.
Das Pflastersteingeschäft im Plauen'schen Handelskammerbezirk (Sachsen). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 60.
Deutsche Fachausstellung für Stein-Strafsenbaumaterialien u. s. w. Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 92.
Die Granitsteinbrüche von Nordamerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 233.
Das Steinmaterial für die Fufswege in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 54.
Die gebräuchlichsten Strafsenmaterialien in Deutschland, Österreich u. s. w. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 53.
Lieferungsbedingungen für Pflastersteine in Rheinland-Westfalen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 309.
Der Aplitsteinbruch und Steinquetschbetrieb im oberen Enzthal. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 585.
Über die Steinindustrie in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Südd. Bauz. 1897, S. 116, 122, 132.
Einfuhr schwedischer Pflastersteine nach Berlin. Deutsche Bauz. 1898, S. 102. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 79.
Steinbruchbetrieb und Steinbrecher. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1899, S. 727.
Sonnenbrand der Steine, eine eigenartige Zerstörung gewisser Basaltpflastersteine. Deutsche Bauz. 1902, S. 186.

Über Widerstandsfähigkeit und Haltbarkeit von Pflasterungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 550.
Bemerkungen über Anlage und Betrieb von Steinbrüchen. Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 21.

3. Abnutzung des Steinpflasters und Prüfung des Pflastermaterials.

Das Rundwerden der Pflastersteinköpfe. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 98.
Fichtner, Über Besonderheiten der Abnutzung von Steinpflaster. Deutsche Bauz. 1889, S. 427.
Die Wetterbeständigkeit der Gesteine, insbesondere der Sandsteine. Dinglers polyt. Journ. 1890, Bd. 278, S. 303.
Beschlüsse der 3. Konferenz zur Vereinbarung einheitlicher Untersuchungsmethoden für Materialprüfungen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1890, S. 1321. — Deutsche Bauz. 1890, S. 487.
Prüfung und Auswahl der in Berlin zur Anwendung kommenden Pflastersteinarten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 21.
Versuche auf Abnutzbarkeit von Pflastermaterialien und Fufsbodenbelägen. Zentralbl. d. Bauverw. 1891, S. 315. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 130. — Tonindustrie-Zeitung 1892, S. 178.
Prüfung englischer Baustoffe. Tonindustrie-Zeitung 1898, S. 1182.
Schleifprüfung von Strafsenbaumaterialien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 94.
Prüfung von Pflasterstoffen auf Abnutzbarkeit durch Sandstrahlgebläse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 166 u. 187.
Die Wichtigkeit der Prüfung von Pflastermaterial. Engng. rec. 1905, II, S. 413.
Zur Wertbestimmung der Strafsenbaumaterialien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 112.
Der „Viagraph", Vorrichtung zum Messen der Abnutzung der Strafsenoberfläche. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 283.

III. Kunststeinpflaster.

Keramitpflaster in Budapest. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1880, S. 477.
Künstliche Pflastersteine. Dinglers polyt. Journ. 1880, Bd. 238, S. 46. — Tonindustrie-Zeitung 1880, S. 123, 186. — Illustr. Patentbl. 1881, S. 233.
Kunstbasalt. Der Bautechniker 1881, S. 71.
Pflaster aus mit Asphalt getränkten Ziegelsteinen. Deutsche Bauz. 1882, S. 485. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1884, S. 362.
Pflastersteine, Fufswegplatten, Bordsteine und Steinschlag aus den Hochofenschlacken der Mansfelder Gewerkschaft. Deutsche Bauz. 1883, S. 577.
Pflasterstein von Duprat (sogenannter künstlicher Granit). Wochenbl. f. Bauk. 1885, S. 398. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1885, S. 311.
Schlackenpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 29, 36.
Klinkerstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 171.
Deutsche Eisenklinker. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1887, S. 873. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 236, 244.
Keramitpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 98, 148, 297.
Traberit. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 24.
Klinkerpflaster in Amerika. Engng. news 1889 II, S. 99; 1890 II. S. 55, 60. — Tonindustrie-Zeitung 1889, S. 670, 698. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 44, 65, 76, 195, 258, 293, 354, 389; 1890, S. 58, 94, 183; 1892, S. 275, 306.
Künstliche Pflastersteine aus Zement, Schlackensand, Quarzsand, Basaltgries und Granitgries. Wochenbl. f. Bauk. 1890, S. 72.
Pyrogranit. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 90.
Künstliche Pflastersteine von M. Rast und L. Aufschläger. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 116; 1892, S. 338.
Pflastersteine und ihre Herstellung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 165.
Jasperite-Pflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 455.
Strafsenpflaster aus Zement-Beton-Stein von A. Schwertfeger in Hamburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 229.
Omoa-Klinkerpflaster in Glasgow. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 30.
Ziegelstrafsenpflaster in Brüssel. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 30.
Herstellung von Asphaltkunststeinen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 163.
Müllstrafsensteine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 314.
Probepflaster aus Mansfelder Schlackensteinen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 359.

Steinpflaster der Firma Bernh. Hefs & Cie. in Wurlitz (Bayern). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 360; 1894, S. 81, 256. — Deutsche Bauz. 1893, S. 287.
Künstliche Pflastersteine von Pötzsch in Hilbersdorf bei Chemnitz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 580; 1894, S. 421, 503, 531.
Ziegel- und Klinkerpflaster in Nordamerika. Engng. news 1893 I, S. 358. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 109, 113, 496, 596; 1894, S. 141; 1895, S. 104.
Schlackensteine für Pflasterzwecke. Stahl u. Eisen 1894, S. 297.
Zement-Fufssteigplatten und Pflastersteine aus Hochofenschlacke. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 69.
Untersuchungen von künstlichen Steinen. Deutsche Bauz. 1895, S. 127.
Prüfung der Klinkersteine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 211.
Klinkerpflaster zwischen Strafsenbahnschienen. Engng. news 1896, S. 251.
Anwendung von Schlackensteinen als Pflaster in Halle a. S. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 39; 1897, S. 426.
Klinkerpflasterungen in Amerika. Engng. news 1896 I, S. 282. — Revue industr. 1896, S. 460. — Bulletin de la société d'encouragement 1896, Okt., S. 1358. -- Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 125, 374. 560; 1897, S. 579. — Génie civil 1897, Bd. 31, S. 8. — Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 380.
Das keramische Strafsenpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 61.
Pflaster aus künstlichen Steinen von Bernh. Löhr in Frankfurt a. M. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 331.
Herstellung von Pflasterplatten. Tonindustrie-Zeitung 1897. S. 534.
Prüfung von Pflasterklinkern. Engng. news 1898 II, S. 84. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 117.
Pflasterklinker aus Schiefertonen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 457.
Ersatz für natürliche Pflasterstoffe. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 473.
K. Dümmler, Über Pflasterklinker. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 423.
Pflastersteine aus Glas. Glasers Ann. f. d. Gew. u. Bauw. 1899 II, S. 99. — Schweiz. Bauz. 1899 II, S. 75. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 94, 210.
Künstliche Pflastersteine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 4.
Pflastersteine aus Zement oder Asphalt mit oberem Eisengitter. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 279.
Gläsernes Strafsenpflaster (Keramo-Crystall) in Lyon. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 324.
Amerikanisches Klinkerpflaster und die Prüfung der Klinkersteine. Engng. record 1900, Bd. 41, S. 196. — Engng. news 1900 I, S. 206.
Gebrannte Pflastersteine aus Schiefertonen. Tonindustrie-Zeitung 1900, S. 211. — Ann. des travaux publ. de Belgie 1900, S. 495.
Herstellung eines Kunstpflastersteins. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 116.
Hat das Tonpflaster eine Zukunft? Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 521.
Erfahrungen mit neuen Arten der Strafsenbefestigungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 285.
Herstellung von Pflastermaterialien aus tonigen Stoffen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 269.
Bestimmungen für die Herstellung und Verwendung von künstlichen Pflastersteinen. Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 427.
Pflastersteine mit ummanteltem Kopf. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 501.
Die künstlichen Pflastersteine und deren Fabrikation nach Ann. des travaux publ. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 437.
Ein neuer Kunstpflasterstein. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 305.
Klinkerpflaster in Helena (Montana). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 264.
Kunstgranit im Strafsenbau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 573.
Herstellung und Verwendung von Pflastermaterial aus Hochofenschlacke. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 621.
Zur Frage der künstlichen Pflastersteine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 90.

IV. Holzpflaster.

a) Einzelwerke und Druckhefte.

J. H. Kraeft, Das Holzpflaster in Deutschland. Wolgast 1884.
Reisebericht der Münchener Kommission für Pflasterung und Strafsenreinigung. München 1888.

Mitteilungen des K. K. Gewerbemuseums, Sektion f. Holzindustrie. Wien 1890.
E. O. Schubarth, Über Holzpflaster. Berlin 1891.
H. Freese, Das Holzpflaster in Paris. Berlin 1891.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

Holzpflaster und Strafsenreinigung. Builder 1880, Aug., S. 217; Okt., S. 523.
Imprägniertes Holzpflaster auf Betonunterlage. Ann. des ponts et chaussées 1881 II, S. 437.
Holzpflasterungen in Amerika. Scientific amer. Suppl. 1881, S. 4221, 4603.
Holzpflaster in Paris. Zentralbl. d. Bauverw. 1882, S. 483.
H. Kraeft, Holzpflasterungen aus alten Stämmen von amerikanischem Zypressenholz und Yellowpine. Deutsche Bauz. 1883, S. 567.
H. Keller, Die Herstellungsart des Holzpflasters in England. Zentralbl. d. Bauverw. 1883, S. 106, 113.
Imprägnierte Holzpflasterklötze. Deutsche Bauz. 1884, S. 86.
Holzpflaster in Paris. Gazette des architectes 1884, S. 9. — Zentralbl. d. Bauverw. 1884, S. 524.
Das Londoner Holzpflaster. Zentralbl. d. Bauverw. 1884, S. 497. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1884, S. 215.
Holzpflasterungen der Hamburg-Berliner Jalousie-Fabrik. Deutsche Bauz. 1884, S. 472; 1886, S. 276. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1884, S. 322; 1886, S. 267, 277.
Aufquellen von Holzpflaster. Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 7.
Holzpflaster in Bremen. Deutsche Bauz. 1885, S. 553.
Holzpflaster aus Buchenholz. Deutsche Bauz. 1885, S. 21, 471. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1885, S. 160; 1886, S. 179, 221.
Über die Konstruktion von Holzpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 109.
Die beste Fundierung für Holzpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 140.
Holzpflaster nach dem Patent der Firma Geary & Walker in London. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 221.
Boulevard-Strafsenpflaster in St. Louis von präpariertem Gummiholz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 84.
Die Pflasterungen in Chicago. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 243.
Holzstöckelpflaster von Guido Rütgers in Budapest. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 209.
Imprägnierung der Buchenholz-Pflasterklötze. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 318.
Holzpflaster von M. Reuland in Dortmund, D. R. P. 39295. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 138.
Eichenholzpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 159.
Das Plattenholzpflaster der Hamburg-Berliner Jalousie-Fabrik (System Lorenz). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 183; 1890, S. 64. — Baugewerks-Zeitung 1890, S. 153. — Deutsches Baugewerksbl. 1890, S. 233.
Patentpflaster von S. B. Jerome in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 207.
Zur Holzpflasterfrage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 171; 1890, S. 253, 269.
Holzpflaster System Kerr. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 25.
Das Holzpflaster in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 387; 1890, S. 4; 1891, S. 293, 307, 317, 328. — Zentralbl. d. Bauverw. 1891, S. 443, 451 (Aufsatz von H. Freese). — Deutsche Bauz. 1891, S. 23 (Vortrag von Gottheiner).
Das Holzpflaster in London. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 173; 1892, S. 210. — Scientific american 1892, Jan. S. 67.
Daehr u. Gottheiner, Zur Verbesserung des Holzpflasters. Deutsche Bauz. 1890, S. 556, 596.
Dauer des Holzpflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 149.
Zur Strafsenpflasterung taugliche Holzarten. Deutsche Bauz. 1892, S. 201.
Australische Holzarten zu Pflasterungszwecken. Zentralbl. d. Bauverw. 1892, S. 207. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 487, 503, 519.
Holzpflaster in Hamburg. Deutsche Bauz. 1892, S. 259, 331. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 375.
Splintfreie Zedernklötze für Holzpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 217.
Holzpflaster in Chicago. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 442.
Das Holzpflaster in gesundheitlicher Hinsicht. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 349; 1894, S. 270. — Gesundh.-Ing. 1893, S. 663. — Revue techn. 1894, S. 439.

Neues Holzpflaster in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 376, 397 (H. Freese). — Deutsche Bauz. 1893, S. 441 (Pinkenburg).

Das Holzpflaster in der Friedrichstrafse in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 536.

Beer, Das Holzpflaster der Strombrücke in Magdeburg. Zentralbl. d. Bauverw. 1894, S. 111, 143, 179.

Das Holzpflaster auf der Friedrichsbrücke in Berlin. Deutsche Bauz. 1894, S. 102.

Holzpflaster in Wien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 549.

Australische und indische Holzarten für Holzpflasterungen. Min. of proceed. d. Londoner Ing.-Ver. 1894, Bd. 116, S. 263. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 134, 323, 433, 517; 1895, S. 1. — Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1894, S. 504. — Ann. industr. 1895 I, S. 114.

Holzpflasterklötze und Platten von Otto Hartung in Jena. Baugewerkszeitung 1895, S. 321.

Beobachtungen am Holzpflaster in Berlin. Deutsche Bauz. 1895, S. 580.

Das Holzpflaster und die Hygiene. Revue techn. 1896, S. 247.

Holzpflaster aus australischem Holz (Karriwood) in New-York und Pflasterverhältnisse verschiedener amerikanischer Städte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 269.

Australisches und gewöhnliches Holz als Versuchspflaster in der Goethestrafse in Leipzig. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 287.

Eine neue Art Holzpflaster in der Kaiser-Wilhelmstrafse in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 444.

Holzstöckelpflaster in Graz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 515.

Holzpflasterungen in Bremen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 205.

Anwendung der harten australischen Hölzer, insbesondere des Eukalyptus zu Holzpflasterungen. Baumaterialienk. 1897, S. 298. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 253, 317.

Bohnstedt, Das Holz und seine Verwendung zum Pflastern. Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 321; (Nufsbaum u. Dietrich) S. 362; (Pinkenburg) S. 468. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 269.

Verwendung von hartem und weichem Holz im Strafsenbau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 37, 53.

Verlegung des Holzpflasters bei der Hubbrücke im Hamburger Freihafen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 83.

Verbesserung des Holzpflasters durch Anwendung des Hasselmann'schen Tränkverfahrens. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 295, 297, 313, 331.

Englische Holzpflasterungen, ihre Abnutzung und Kosten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 393.

Verwendung australischer Harthölzer im Strafsenbau. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 697.

Versuche mit Holzpflaster aus australischen Hölzern in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 51.

Bericht des Stadtbauamtes München über Holzpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 425, 441.

Strafsenpflaster aus australischem Holz in Leipzig. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 33.

Erfahrungen mit Holzpflaster zu Ipswich in England. Engng. record 1899, Bd. 40, S. 99. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 470.

Holzpflaster mit schrägen Klötzen. Nouv. ann. de la constr. 1899, S. 178.

Strafsenpflaster aus australischem Holz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 94. — Beiblatt d. Südd. Bauz., Anz. f. d. Holzindustr. 1899, No. 18 u. 20. — Engng. news 1900 II, S. 126.

Eine neue in Frankreich zur Ausführung gelangte Holzpflasterung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 33.

Holzpflasterungen aus rotem kalifornischem Tupeloholz in London *(californian red gum)*. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 359, 375.

Strafsenpflaster mit Holz von Massaranduba in Brasilien (Hartholz). Génie civil 1900, Bd. 37, S. 261.

Al. Swetz, Die Strafsenbefestigung, insbesondere das Holzpflaster in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 574, 593, 612. — Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1901, S. 675, 693.

Holzpflaster aus Mahagoniholz *(Eucalyptus resinifera)* in der Lafayette-Strafse in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 494.

Holzpflaster in Amerika und Europa. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 86, 461.

Van der Kloes, Was wissen wir eigentlich vom Kreosotieren des Holzes? Baumaterialien 1902, H. 1/2, S. 21.

Über Holzpflaster in England und seinen Kolonien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 253.

Holzpflasterungen in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 71, 383.

G. Pinkenburg, Über Holzpflaster. Zeitschr. f. Bauw. 1902, S. 419—448.

Die Verwendung von Holzpflaster bei starkem Verkehr. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 2.

N. v. Lorenz, Herstellung von Stöckelpflaster aus Rotbuche. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 163, 179.
Holzblockpflaster für Drehbrücken. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 211.
Hartholzpflaster. Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 413.
Die Prüfung von Holz für Pflasterungszwecke. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 648.
Über Pflasterungen mit australischem Holz in England. Daselbst 1904, S. 364.
Holzpflaster auf der Brücke in Williamsburg. Daselbst 1904, S. 344.
Surinamsche Hölzer als Ersatz für Eichenholz. Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 424.
Froitzheim, Australische Harthölzer. Glaser's Ann. 1. Jan. 1905, S. 6.
Tallowwood- und Moa-Holz aus Australien für Holzpflasterungen in Leipzig. Anzeiger für die Holzindustrie No. 7, S. 2, Beiblatt d. Südd. Bauz. 1905.
Holzpflasterungen in Brooklyn. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 539.
Über die Entwässerung des Holzpflasters. Daselbst 1905, S. 263.
Erfahrungen mit Holzpflaster aus amerikanischem Kiefernholz. Daselbst 1906, S. 369.
Neueste Entwickelung des Holzpflasters. Engng. rec. 1906 II, S. 207. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 507.
Über die Entwässerung des Holzpflasters. Daselbst 1906, S. 617.
Versuche über die Verwendbarkeit verschiedener Holzarten für Pflasterungszwecke. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 707.
Weich- und Hartholzpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 131 u. 151.
Die Erhaltung des Holzes durch die neuen Tränkungsverfahren. Génie civil 1907, Bd. 50, S. 403.

V. Eisenpflaster.

Verbesserungen am eisernen Strafsenpflaster von W. Richter. Illustr. Patentbl. 1881, S. 168.
Strafsenpflaster aus Stiller'schen Stahlplatten. Deutsche Bauz. 1884, S. 208. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1885, S. 36.
Eisenpflaster von Charles Peek in Chicago. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 5, 269.
Metallique-Pflasterung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 229; 1889, S. 167; 1890, S. 75, 336; 1891, S. 241.
Eisenpflaster unter den Linden in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 251.
Pflasterungen aus Stahl und Kautschuk. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 287.
Kombiniertes Stahl- und Backsteinpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 458.
Claussens Patentpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 216, 305, 386; 1892, S. 327. — Deutsche Bauz. 1892, S. 619; 1893, S. 39.
Eisenpflaster in Chicago. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 63.
Eiserne Pflasterklötze. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 538.

VI. Fahrbahnen besonderer Art.

Zement-Makadam in Paris. Nouv. ann. de la constr. 1880, S. 33.
Pflaster aus Asphaltsteinen. Deutsches Baugewerksblatt 1882, S. 111.
Klette, Verbindung von Holz und Asphalt als Brückenbelag. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1885, S. 160.
Zementplattenpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 171.
Pechmakadam in Breslau. Deutsche Bauz. 1888, S. 352.
Versuche mit Bitumen-Makadam in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 13.
Strafsenpflaster aus geprefstem Papier oder Holzmasse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 306.
Zementpflaster in Grenôble. Moniteur scient. 1889, S. 323. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 110, 122, 133, 146.
Granit-Asphaltbelag. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 63.
Befestigung der Ringstrafse in Budapest mit Pechmakadam. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 336, 338; 1891, S. 71.
Asphalt-Makadam in Frankfurt a. M. Baugewerkszeitung 1891, S. 567.
Strafsenpflaster aus Kunststeinen mit kreuzförmigen Metalleinlagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 245.
M. Paulowitsch, Schlacke als Strafsenbaumaterial. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 252.
Teerpflaster in Melbourne. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 240; 1895, S. 298.

Pflasterklötze aus Holz, Teer und Kies, Pat. R. Piper No. 60607. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb, 1892, S. 435.
Holzasphaltsteine von Otto Schwarz in München. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 2.
Geräuschloses Blockpflaster nach Martenstein & Pohl, Pat. No. 66921. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 181.
Korkpflaster der Patent-Kork-Pavement-Comp. in London. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 288, 582. — Baugewerkszeitung 1894, S. 583.
Zementpflaster in Bellefontaine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 323.
Dehnhardt, Über Asphalt-Zement-Platten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 325.
Pechmakadam in Frankfurt a. M. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 3, 419.
Gewalzte Fahrbahn in Beton. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 433.
Kupferschlacken als Pflastermaterial. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 435.
Neuer Asphalt-Beton (Lavabeton). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 57.
Korkpflaster in Wien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 481, 597.
Verfahren zur Herstellung von Zementpflaster von Alfred Engel in Mannheim. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 501.
Portlandzementpflaster in Amerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 245, 425. — Tonindustrie-Zeitung 1896, S. 631. — Zentralb. d. Bauverw. 1896, S. 443.
Pflasterblöcke aus Asphalt, Zement u. s. w. von A. B. Greig in London. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 579, 1083.
Federharz- und Korkpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 203.
Stern-Zement-Makadam. Zentralbl. d. Bauverw. 1896, S. 443. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 580; 1897, S. 426; 1898, S. 162, 453, 520; 1899, S. 239. — Baugewerkszeitung 1897, S. 1358. — Gesundh.-Ing. 1898, S. 93.
Geräuschlose Pflasterungen aus Holz und Asphalt. Gesundh.-Ing. 1898, S. 86; 1899, S. 437.
Über Teermakadam-Fahrstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 265, 329. — Ann. des travaux publ. d. Belgie 1899, S. 308.
Tonpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 199.
Neues Pflaster von Hannemann. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 482.
Herstellung von Pechmakadam. Engng. record 1899, Bd. 40, S. 94.
Betonpflasterungen. Tonindustrie-Zeitung 1899, S. 1789. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 173.
Strafsenfahrbahnen aus Zementmakadam. Zentralbl. d. Bauverw. 1900, S. 9. — Deutsche Bauz. 1900, S. 151, 550.
Basaltzementpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 49.
Teermakadam, seine Herstellung, Vorzüge und Nachteile. Engng. news 1901 II, S. 493. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 185, 301, 365.
Pechmakadam-Strafsen und die Art ihrer Ausführung in Amerika. Engng. record 1902, Bd. 45, S. 84.
Über Verwendung von Zementbeton beim Strafsenbau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 382.
Lammers, Erfahrungen mit neuen Arten der Strafsenbefestigungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 285.
Strafsenpflaster aus Seegras in Baltimore. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 173.
Glaspflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 326.
Ein neues Pflastermaterial aus Müllrückständen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 389.
Pflasterungen auf steilen Fahrstrafsen von 1 : 12. Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 507, 519.
Anwendung von Löhr'schen Asphaltzementplatten in Magdeburg. Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 410.
Kautschuk-Asphaltpflaster. Génie civil 1904, Bd. 46, S. 140.
G. Espilallier, Der Granitasphalt und die Chausseen mit armiertem Asphalt. Génie civil 1904, Bd. 45, S. 434.
Ein neues Pflaster aus armiertem Asphalt. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 463.
Über Zementmakadam. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 483.
Abschleifversuche an Zementpflasterplatten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 564.
Zementplatte mit Asphaltdecke. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 565.
Ein neues Strafsenpflaster aus Beton mit Metalleinlage von Batista Bianchi. Pat. No. 156307 in Mailand. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 644.
Basaltzement-Strafsen nach Kieserling, D. R. P. Beton u. Eisen 1905, S. 3.
Teermakadampflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 5 u. 24.
Granit und Granitasphalt. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 23.

Über Kautschukasphaltpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 224.
Die Strafsen der Zukunft (Betonstrafsen, Diabas-Zementsteinstrafsen, Eisenbahnpflaster v. J. G. Wolf, Warrens Asphalt-Makadam). Beton u. Eisen 1905, S. 2, 67, 80, 159, 187, 263.
Betonstrafsen in Richmond. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 246.
Strafsenpflaster aus Glassteinen in Frankreich. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 343; Engng. rec. 1905, Bd. 51, S. 572.
Kiesstrafsen in Ontario. Engng. rec. 1905 II, S. 547.
Teermakadam-Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 285 u. 430; Engng. rec. 1905 II, S. 415.
Strafsenpflaster aus Beton. Zement und Beton 1905, S. 155.
Verwendung von Eisenbeton im Strafsenbau. Südd. Bauz. 1906, S. 37.
Diabas-Zementsteinstrafsen des Diabas-Kunststeinwerkes Koschenberg, D. R. P. No. 99471. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 141.
Betonstrafsen und ihre Herstellung aus Materialien neuerer Zeit. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 119, 140, 181 u. 246.
Zementpflaster in Worcester. Engng. rec. 1906, Bd. 53, S. 625.
Herstellung von Zementplatten mit Asphaltdecke. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 309.
Pflasterplatten für städtische Strafsen von W. Koch u. G. Wagner. Südd. Bauzeitung 1906, S. 207.
Betonpflasterungen in Chicago. Engng. rec. 1906, Bd. 53, S. 719.
H. Kayser, Die Herstellung und Entwässerung städtischer Reitwege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 375.

VII. Asphaltstrafsen.

(Zu § 6).

a) Einzelwerke und Druckhefte.

Dr. L. Meyn, Der Asphalt und seine Bedeutung für den Strafsenbau grofser Städte. Halle 1872.
J. W. Louth, Über Asphaltstrafsen. Berlin 1880.
O. E. Schubarth, Über Asphaltstrafsen. Berlin 1881.
E. Dietrich, Die Asphaltstrafsen. Berlin 1882.
E. Dietrich, Der Stampfasphalt. Berlin 1885.
H. Pinkenburg, Das Vorkommen und die Verwendung des Asphaltes im Altertum. Berlin 1903.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

Herstellung der Berliner Pflaster- und Asphaltstrafsen. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1879, S. 81, 98. — Deutsche Baugewerkszeitung 1879, S. 348, 377, 391. — Deutsche Bauz. 1879, S. 383; 1880, S. 188.
Léon Malo, Über die in Frankreich üblichen Asphaltverwendungen und Asphaltarten. Ann. des ponts et chaussées 1879 II, S. 267—322; Durand-Claye daselbst 1880 I, S. 128.
Delano, Asphalt und Mineral-Bitumen. Engineering 1880 I, S. 176. — Builder 1880 I, S. 278. — Engineer 1880 I, S. 154.
Zur Frage der Asphaltstrafsen. Deutsche Bauz. 1880, S. 85.
F. Woas, Der Asphalt, seine Geschichte, Gewinnung und Verwendung. Ann. f. Gew. u. Bauw. 1880, Bd. 6, S. 354, 398, 485.
Herstellung geprefster Asphaltplatten von Kahlbetzer in Deutz. Illustr. Patentbl. 1881, S. 224. — Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 137, 156, 191, 219.
Rauhe Asphaltstrafsen. Deutsche Bauz. 1881, S. 382.
Unterscheidung des natürlichen Asphalts von seinen Nachahmungen. Ann. des ponts et chaussées 1881 I, S. 112. — Deutsche Bauz. 1881, S. 341.
Strafsenbauarbeiten in Asphalt. Scient. amer. 1881, S. 4403.
Deutscher Stampfasphalt. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1884, S. 362, 367. — Deutsche Bauz. 1884, S. 432.
Über Strafsendämme aus geprefstem Asphalt. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1884, S. 267.
Gufsasphalt. Engng. news 1885, S. 102. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1885, S. 110, 116, 125, 133.
Der amerikanische Barber-Asphalt und der deutsche Stampfasphalt der neuen hannoverschen Asphalt-Gesellschaft. Deutsche Bauz. 1886, S. 487, 516. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 229, 236, 244.
Pinkenburg, Das Asphaltgewerbe in Deutschland. Deutsche Bauz. 1887, S. 534, 570.
Trinidad-Asphaltpflasterungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 37, 44, 51, 61.
Deutscher Stampfasphalt und Kautschuk-Stampfasphalt. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 128, 170, 287.

Über Asphaltstrafsen und ihre Behandlung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 286.
Strafsenasphaltierungen in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 70; 1889, S. 251.
Asphaltpflasterungen in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 376, 401, 413.
Über die Bewährung des Asphaltpflasters in Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 322.
Dehnhardt, Beschädigung von Asphaltpflaster durch Leuchtgas. Zentralbl. d. Bauverw. 1889, S. 94, 437. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 388; 1890, S. 393.
Gummi-Strafsenpflaster. Bayr. Industr.- u. Gewerbebl. 1890, S. 55. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 184, 287; 1902, S. 102.
Zubereitung des Stampfasphaltes. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 90.
de Slavin, Strafsenasphaltierungen in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 121.
Jul. Schubert, Asphaltierungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 217, 231, 241.
Verfahren zur Herstellung eines pulverigen Strafsenbaumaterials aus Asphaltsteinen, D. R. P. 52704. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 272; 1891, S. 82.
Zur Verbesserung des Asphaltpflasters. Deutsche Bauz. 1889, S. 539, 549; 1890, S. 2, 270, 592; 1891, S. 78.
Über künstlichen Asphalt. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 281.
Die Asphaltindustrie Nordamerikas. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 374.
Asphaltpflasterungen in London. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 177.
Asphaltpflasterungen in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 181.
Die Bezeichnungsweise asphaltischer und bituminöser Produkte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 482, 490.
Asphaltierungen in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 277.
Asphaltplatten für Pflasterherstellungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 15.
Der natürliche Asphalt in seiner Verwendung im Strafsenbau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 479, 495, 511, 527, 543.
Asphaltierung des Platzes vor der Nôtre-Dame-Kirche in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 580.
Bedingungen für die Herstellung und Veränderung von Asphaltstrafsen in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 1.
Eine Berliner Asphaltstrafse nach zwanzigjährigem Bestehen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 69.
Versuche mit Asphaltplatten auf Betonunterlage in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 581.
Bericht der nordamerikanischen Bundesregierung über Asphalt im Jahre 1893. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 23, 51, 87.
Das Bestreuen von Asphaltbahnen mit Kies. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 132.
Der Asphalt, die Asphaltsteine und ihre Verwendung nach R. Graepel. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 271, 291, 307, 344.
Asphaltplatten aus Stampfasphalt im Strafsenbau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 185.
Prüfung von künstlichem Asphalt. Deutsche Bauz. 1897, S. 451.
Asphaltstrafsen in Dresden. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 207.
Ausdehnung der Stampfasphaltstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 346; 1898, S. 13.
Asphaltpflaster in Hamburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 21.
Verwendung des Asphalts zum Strafsenbau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 489.
Pinkenburg, Das Asphaltgewerbe in Deutschland. Deutsche Bauz. 1898, S. 648.
Strafsenasphalt in San Francisco. Engng. news 1898 II, S. 388.
Mittel gegen das Schlüpfrigwerden der Asphaltstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 30.
Künstlicher Asphalt (D. R. P. 104194) von Rauschenbach. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 387.
Ausbesserungen bei Asphaltstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 485.
Einwirkung des Wassers auf Asphaltstrafsen, insbesondere auf Gufsasphalt. Engng. news 1900 II, S. 113.
Fahrbahnpflasterung mit Asphalt-Betonplatten in Zürich. Schweiz. Bauz. 1900 I, S. 228.
Über Asphalt als Strafsenpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 553; 1901, S. 193.
Pinkenburg, Das Asphaltvorkommen in Deutschland, in der Schweiz und in Südfrankreich. Deutsche Bauz. 1901, S. 302, 305, 318, 326.
Fahrstrafse aus Asphaltplatten auf Betonwürfeln in Magdeburg. Zentralbl. d. Bauverw. 1901, S. 427.
Die Entwickelung amerikanischer Asphaltpflasterungen. Nach Engng. record, Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 557.
Asphaltpflaster in Brooklyn. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 445.
Lammers, Bau von Stampfasphaltstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 149.

Vorschriften für Verlegung von Asphaltstrafsen in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 333, 557.
Daehr, Asphaltsteinplatten. Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 14.
Die Stampfasphaltstrafsen des Berliner Tiergartens. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 329.
Prüfung von Bitumen für Pflasterungszwecke. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 469.
Über Gufsasphaltpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 303 u. 383.
Der Derna-Walz-Asphalt (Sheet-Asphalt). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 558. — Württemb. Bauz. 1905, No. 33.
Asphaltpflaster in Winnipeg (Kanada). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 65.
Einige Erfahrungen über Asphaltstrafsen. Engng. rec. 1905 II, S. 151.
C. Schmid, Fahrbahnen mit Gufsasphalt. Württemb. Bauz. 1905, S. 118 u. 124.
C. Schmid, Eine Studie über die Dauerhaftigkeit der Stampfasphaltfahrbahnen und über den Anschlufs an Randeinfassungen. Württemb. Bauz. 1905, S. 213 u. 309.
Die Asphaltstrafsen in technischer, hygienischer und wirtschaftlicher Beziehung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 245 u. 265.
Über das Quergefälle der Asphaltstrafsen. Daselbst 1905, S. 375.
F. Elmar, Asphaltpflastersteine und Asphaltsteinplatten. Bauing.-Zeitg. 1905, S. 385.
Die Prüfung von Asphalt mittels Schlagproben. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 423.
Das moderne amerikanische Asphaltpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 391, 455, 472, 488, 504, 525, 540 u. 556.
Stampfasphalt für Chausseen. Revue techn. 1905, S. 577.
Verwendung von Asphaltbeton zu Pflasterungszwecken in den Vereinigten Staaten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 100.
Anschlufs des Asphaltes an Holzpflaster, mit besonderer Berücksichtigung der Berliner Strafsenverhältnisse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 263.
Die Unterhaltungskosten von Asphaltpflaster in den Vereinigten Staaten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 472.
K. Wicht, Vorteile und Herstellung der Stampfasphalt-Plattenbeläge. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 639, 661 u. 681.
Vorteile und Herstellung der Stampfasphalt-Plattenbeläge. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 67.
Neuer Untergrund für Asphaltplatten (Betonprismen). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 285.

VIII. Maschinelle Hilfsmittel zur Herstellung städtischer Fahrbahnbefestigungen.

Mohr's Druckwasserpresse zur Herstellung von Fufswegplatten. Tonindustrie-Zeitung 1881, S. 109.
Strafsenregenerator von Busch, Wieshaupt & Cie. in Wien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 430.
Pflasterramme von W. Förster und Ernst Kuhlbrodt, Berlin, D. R. P. 53925. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 246.
Carsons Transportmaschine für Strafsenbauten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 1.
Werkzeuge zum Einschneiden von Rillen in die Oberfläche von Zement-Fufswegen. Baugewerkszeitung 1893, S. 50, 259.
Asphalt-Koch- und Mischmaschine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 109.
Vorrichtung zum Ausbessern von Asphaltpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 440.
Beleuchtungswagen von C. u. E. Fein in Stuttgart für Nachtarbeiten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 528.
Amerikanische Vorrichtungen für den Strafsenbau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 544.
Heizbare hohle Walze von Dennison in San Franzisko zum Glätten des Asphaltpflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 501.
Perkin's Maschine zum Erhitzen der Oberfläche der Asphaltstrafsen mittels Gasolingas. Engng. news 1895 I, S. 221.
Maschine zum Ausbessern von Asphaltpflaster von J. Thiede in Hamburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 77.
Hobelmaschine zur Ausbesserung von Holzpflaster von A. C. Bicknelli in Chester. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 69.
Strafsenrammmaschine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 211.
Auf Gleisen stehende Asphaltfabrik. Scient. amer. 1897 II, S. 216. — Engng. record 1899, Bd. 41, S. 530.

Handbetrieb-Doppelwalze zur Herstellung von Asphaltstrafsen. Engng. news 1898 I, S. 142.

Plattenschneidmaschine für Asphaltplatten, D. R. P. No. 84865. Baugewerkszeitung 1898, S. 1237. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 109.

Pflasterzange zum Herausheben einzelner Pflastersteine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 497.

Maschine zum Aufbrechen des Strafsenpflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 321.

Kreissäge besonderer Art zum Schneiden von Pflasterklötzen aus austral. Hartholz. Scient. amer. 1899, Suppl. S. 19395. — Engineer 1900 II, S. 17.

Der Viagraph, Instrument zur graphischen Ermittelung von Unebenheiten der Strafsenoberflächen. Engng. news 1900, Bd. 43, S. 271. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 283.

Neue Wagenwinde, Bauart Schultz. Génie civil 1901, Bd. 40, S. 49.

Neue Asphaltmischtrommel von Sartori in Budapest. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 213.

Strafsenhobelmaschine für das Holzpflaster in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 480.

Betonmischmaschine für Arbeiten auf den Strafsen zur Herstellung von Unterbettungen. Engng. news 1902 I, S. 266.

Ein neues Verfahren zum Aufreifsen von altem Asphaltbelag. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 263.

Neue Maschinen für den Wegebau. Bauing.-Zeitung 1904, S. 139.

Eine Vorrichtung zum Ebnen ausgefahrener Wege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 608.

Asphalt-Dampfwalze von Aveling & Porter Ltd. in Rochester. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 639.

Mischmaschine für Teer-Makadam nach Aeberli. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 321.

Betonmischmaschinen für Strafsenbau. Zement u. Beton 1906, S. 329.

Vorrichtung zum Feststellen und Lösen der Haltekeile der Reifsstähle eines Strafsenaufreifsers. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 549.

Verfahren von Franz Melaun zum Aufbrechen von Pflasterbeton. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 549.

Strafsenaufreifser mit Vorrichtung zur Regelung des Tiefganges der Arbeitsstähle. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 200.

IX. Vergleichung der Pflasterarten.

(Zu § 8.)

(Bezüglich des Anschlusses an die Strafsenbahngleise vergl. Literaturverzeichnis zum Kapitel III unter IV.)

1. Allgemeines.

J. B. Dumas, Vergleichende Studie über die Anlage und Unterhaltung der Pariser Fahrstrafsen und Fufswege. Nouv. ann. de la constr. 1878, S. 168; 1879, S. 21, 99, 150.

Stein-, Holz- und Asphaltstrafsen in Washington. Zentralbl. d. Bauverw. 1883, S. 143.

Zur Pflasterfrage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 124; 1887, S. 123, 131, 140, 149, 155, 164; 1888, S. 61, 70. — Wochenbl. f. Bauk. 1887, S. 214, 270, 282, 392, 499.

Vergleichung der Strafsenabdeckungen in Wien und in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 148.

Pinkenburg, Steinpflaster, Asphaltpflaster und Holzpflaster. Zentralbl. d. Bauverw. 1889, S. 15.

Strafsenverkehr und Strafsenpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 23, 53.

Das Makadam-Pflaster in Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 44.

Schück, Verschiedene Befestigungsarten für städtische Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 279, 292, 305, 317, 329, 342.

Amerikanische Gutachten über Strafsenpflasterungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 158, 173.

Zur Holz- und Asphaltpflasterfrage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 173, 205, 325, 327; 1891, S. 209, 221.

Geräuschlose Pflasterungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 37, 213, 405, 422, 437. — Schweiz. Bauz. 1892 I, S. 74.

Schubarth, Über Asphalt- und Holzpflaster in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 69, 85, 101, 119, 139.

Asphalt- oder Holzpflaster? Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 259, 275, 293, 310, 326, 343, 438.

Vergleichende Kostenberechnung über die verschiedenen Strafsenbefestigungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 317; 1896, S. 301.

Pflasterungen in Holz, Stein und Metall. Dinglers polyt. Journal 1896, Bd. 302, S. 205, 225.

Rangordnung der Pflasterarten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 511.

Studie über Strafsenbaustoffe und Pflasterungsarten. Engng. record 1898, Bd. 38, S. 563. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S, 501.

Verschiedene Pflasterungsarten unter Berücksichtigung der Pariser Verhältnisse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 390, 406.

Die Dauer der Pflasterungen. Engng. record 1899, Bd. 40, S. 477. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 49.

Vergleichung verschiedener Pflasterarten in amerikanischen Städten (auch in gesundheitlicher und wirtschaftlicher Hinsicht). Engng. news 1900, Bd. 44, S. 242. — Engng. record 1900, Bd. 41, S. 292. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 522, 538, 552.

Über die gesundheitlichen Eigenschaften der verschiedenen Strafsenpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 31, 65.

Pinkenburg, Zur Frage des Asphalt- und Holzpflasters. Deutsche Bauz. 1901, S. 106.

Schumandl, Die Mängel unserer Strafsen und ihre Beseitigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 55, 72, 102, 119, 137, 151 u. 171.

H. P. Gille, Über die Wahl von Strafsenpflaster vom wirtschaftlichen Standpunkte aus. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 169.

Erfahrungen mit neuen Arten der Strafsenbefestigungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 285.

Pinkenburg, Der Lärm in den Städten und seine Verhinderung. Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 12 (als Druckheft erschienen Jena 1903).

S. Whinery, Einige Beobachtungen über Strafsenpflasterungen. Engng. news 1904 II, S. 56.

Asphaltstrafsen und Holzpflaster in Stuttgart. Württemb. Bauz. 1905, S. 106.

Vorschlag, die Anschlufsstellen beim Übergang vom Asphalt- zum Granitpflaster nicht in einer Senkrechten zum Strafsenrande, sondern schräg anzuordnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 137.

Pinkenburg, Die verschiedenen Arten des Strafsenpflasters vom hygienischen Standpunkte aus. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 659, 679, 703, 728.

Vergleichende Statistik über das Stürzen der Pferde in Leipzig je nach der Pflasterart. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 379.

Über die Abnutzung des Asphalt- und Holzpflasters, und Vergleich zwischen Asphalt- und Holzpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 3 u. 25.

2. Bezugnahme auf die Zugtiere. Hufbeschlag.

Über den besten Hufbeschlag für Asphaltstrafsen. Prot. d. württemb. Ver. f. Bauk. 1879, Heft 1, S. 33 bis 40.

Die Sicherheit der Pferde auf Steinpflaster und Asphalt. Berliner Kommunalbl. 1881, 1882 u. 1883, Anlage. — Zentralbl. d. Bauverw. 1882, S. 245; 1884, S. 469. — Deutsche Bauz. 1883, S. 348; 1884, S. 227; 1885, S. 624. — Baugewerkszeitung 1883, S. 800. — Wochenbl. f. Bauk. 1885, S. 239. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1884, S. 406; 1885, S. 62, 70; 1889, S. 12, 231. — Transact. of the Americ. soc. of civ. eng. 1886, Bd. XV, S. 123.

Brennecke, Erleichterung des Überganges vom Steinpflaster auf Asphaltbahnen. Zentralbl. d. Bauverw. 1884, S. 311, 425, 545.

Das Strafsenpflaster vom Standpunkte des Tierschutzes. Deutsche Bauz. 1881, S. 584. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 219, 228.

Die Pflege der Hufe und das Beschlagen der Pferde. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 14, 26.

Patent-Hufeisen mit auswechselbarem Griff. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 164.

Strafsentechnik und Tierschutz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 5, 11, 20.

Beckmann'sches Hufpolster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 47, 191; 1888, S. 84.

Hufeisen mit Taueinlage (Strickeisen). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 194.

Hufbeschlag aus Papierstoff. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 257.

Verbessertes Tau-Hufeisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 368.

Vergleichende Beurteilung verschiedener Strafsenbefestigungen durch Fuhrhalter. Deutsche Bauz. 1890, S. 232; 1892, S. 88.

Hufbeschlag ohne Nagelung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 18.

Zur Frage der Glätte städtischer Fahrbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 639.

Zur Frage der Glätte der Asphaltstrafsen und der Haftpflicht der Stadtverwaltungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 101 u. 146.

Vergleichende Statistik über das Stürzen der Pferde in Leipzig je nach der Pflasterart. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 379.

X. Fufswege städtischer Strafsen.

(Zu § 9.)

1. Allgemeines. Unterhaltung. Radfahrwege.

Insel-Trottoirs (Refuges). Nouv. ann. de la constr. 1879, S. 52.
Glasprismen im Fufswege. Builder 1881, Mai, S. 633. — Baugewerksztg. 1881, S. 423.
Die Unterhaltung der Fufswege in Berlin. Berliner Kommunalbl. 1882, S. 280 u. 313.
v. Leibbrand, Überhängender Bürgersteig einer Strafse in Wildbad. Zeitschr. f. Bauk. 1882, S. 501.
Zur Frage der zweckmäfsigsten Bürgersteigabdeckung. Deutsche Bauz. 1886, S. 167, 180, 310.
Unterkellerung der Fufswege. Engng. news 1886, Bd. 15, S. 163.
Verschiedenheit der Abdeckung von Fufswegen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 45.
Asphalt- und Beton-Fufswege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 179, 186, 198, 208, 217, 228.
Vorschriften für die Befestigung der Bürgersteige in Breslau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 343.
Die Bürgersteige in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 422.
Der fahrbare Fufsweg auf dem Ausstellungsplatze in Chicago. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 73.
Zur Frage der Bürgersteige. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 71.
Überfahrten auf Fufswegen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 81.
Zur Geschichte des Bürgersteiges. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 252.
Prüfung der Fufsbodenbelag- und der Gehwegbelag-Baustoffe auf Abnutzung. Deutsche Bauz. 1898, S. 332.
Vergleich zwischen Gehwegen mit Beton- und mit Asphalt-Abdeckung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 370.
Herstellung von Radfahrwegen auf den Vorstadtstrafsen Hamburgs. Deutsche Bauz. 1899, S. 407. — Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausgabe 1899, S. 543.
Die Berliner Bürgersteige. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 79; 1900, S. 215.
Schutzplätze für Fufsgänger auf der Mitte der Fahrdämme in London. Deutsche Bauz. 1900, S. 250.
Unterhaltung der Gehwege in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 159.
Die Pflasterungen von Fufswegen in London. Daselbst 1900, S. 247.
Gehwegrinnen-Anordnung mit Schlammfang. Deutsche Bauz. 1900, S. 51.
Bewältigung des Fufsgängerverkehrs in London durch Fufswegtunnel. Zentralbl. d. Bauverw. 1900, S. 131.
Fufsgänger-Tunnel in Boston aus Zementbeton mit Teerbeton-Umhüllung. Engng. news 1900 I, S. 16.
Über Bürgersteigbefestigungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 186.
Oehmcke, Über Radfahrwege. Deutsche Bauz. 1902, S. 142.
Der Reitweg auf der Nordseite der Strafse „Unter den Linden" in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 537.
G. Klose, Über die Anlage von Schutzinseln an den Haltestellen der Strafsenbahn. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 323.

2. Kies-, Teer- und Sand-Fufswege.

Teerbeton-Fufswege. Engng. news 1889 II, S. 537.
Hochofensand als Fufswegbefestigung. Deutsche Bauz. 1884, S. 264. — Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1891, S. 133, 387.
Herstellung wasserdichter Garten- und Fufswege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 190; 1891, S. 208.
Teerpflaster für nicht befahrene Parkwege, Höfe. Fufswege u. s. w. Bayer. Industrie- u. Gewerbebl. 1891, S. 262.
Befestigung von Sandwegen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 537.
Teerpflaster für Fufswege in Melbourne. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 298.
Teerpech-Fufswege in kleineren englischen Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 248.

3. Stein-, Kunststein- und Klinker-Fufswege.

Kunststeine für Fufswege. Tonindustriezeitg. 1880, S. 210. — Deutsche Bauz. 1880, S. 210. — Baugewerksztg. 1880, S. 374.
Hartklinkerpflaster für Fufswege in Berlin. Ann. f. Gew. u. Bauw. 1880, S. 94.
Klinkerplatten-Fufswege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 76.
Zementmosaik-Steine als Fufswegabdeckung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 307.
Neue Bürgersteig- und Flurbelagsteine von Franz Woas. Deutsche Bauz. 1891, S. 572. — Tonindustrieztg. 1891, S. 875. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 3.
Strafsenklinker und ihre Herstellung. Tonindustrieztg. 1893, S. 27.

Firimite- und Granolithi-Belag der Fufswege in Montreal. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 83.
Klinkerplatten zur Abdeckung der Bürgersteige in Wien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 116.
Neuer Fufswegbelag am Potsdamer Platz in Berlin aus Zement und Granitstücken. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 534.
Mosaikpflaster am Kaiser Wilhelm-Denkmal in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 419, 437.
Fufsweg aus Beton mit Eiseneinlage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 79.
Patent-Trottoirsteine, D. R. P. 122271 von F. Woas. Deutsche Bauz. 1901, S. 499.
Nichtschlüpfriger Stein für Fufswege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 382.
Bürgersteigbefestigungen mit Granitoidplatten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 324.
Granitplatten auf Bürgersteigen städtischer Strafsen. Deutsche Bauz. 1905, S. 381.

4. Beton- und Zement-Fufswege.

Beton-Fufswege. Zeitschr. f. Bauk. 1881, S. 540.
Zementplatten als Fufswegbelag. Baugewerksztg. 1882, S. 664, 696. — Baugewerksbl. 1882, S. 598.
Zementbeton-Belag. Revue industr. 1886, S. 402.
Zement-Fufswege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 131; 1888, S. 80, 89.
Herstellung der Fufswege aus Zementbeton. Baugewerksztg. 1890, S. 949; 1891, S. 245. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 162.
Fufswege aus Zementbeton. Engng. news 1895 I, S. 7.
Zement-Fufssteigplatten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 69.
Beton-Gehwege im Schlofsgarten zu Charlottenburg. Baugewerksztg. 1897, S. 831.
Fufswege aus Beton-Eisen. Engng. news 1900, Bd. 44, S. 304.
Anlage von Zement-Fufswegen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 455. — Techn. Gemeindeblatt 1901, S. 363.
Ausführung von Zement-Fufswegen in Amerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 203.
Zementplatten für Berliner Bürgersteige. Zement und Beton 1906, S. 257.

5. Asphaltfufswege.

Beseitigung von Rissen in Asphalt-Fufswegen. Baugewerksztg. 1881, S. 470.
Gufs- oder Stampfasphaltbelag auf städtischen Bürgersteigen? Deutsche Bauz. 1886, S. 391. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 212.
Gufsasphalt-Bürgersteige in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 49.
Abnutzung von Asphalt-Fufssteigen. Zentralbl. d. Bauverw. 1894, S. 208.
Vorschriften für die Verwendung von Asphalt zu Fufswegpflasterungen in Wien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 512.
Asphalt-Gehwege und ihre Herstellung. Deutsche Bauz. 1899, S. 442, 472.

6. Fufsweg-Randsteine.

Gufseiserne Fufswegkante (Bordschwelle). Baugewerksztg. 1881, S. 462.
Verwendung fester Sandsteine zu Bordschwellen. Deutsche Bauz. 1888, S. 362.
Einfassung von Bürgersteigen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 595.
Bürgersteig-Bordschwellen und Platten aus Zementbeton. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 580.
Bordschwelle aus Beton. Engng. news 1898 I, S. 95.
Einfassung für Promenadenwege. Deutsche Bauz. 1898, S. 96, 112.
Aus einem Stück gefertigte Beton-Bordschwellen und Rinnen. Engng. news 1899 II, S. 10.
Bordschwellen aus Beton. Bauing.-Ztg. 1904, S. 540. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 624.
Mit Eisen verstärkte Betonrandsteine in München. Südd. Bauz. 1905, S. 217. — Deutsche Bauz. 1905, Beilage zu No. 61 vom 2. Aug. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 548.
Bordsteine mit Einrichtung zum Besprengen der Strafsen von John F. Mc. Coy. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 159.
Randsteine aus Eisenbeton. Zement und Beton 1906, S. 245.
E. Zottmann, Betonrandsteine mit Hartgufseisenschutz. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 217. — Zeitschr. f. Bauw. 1907, S. 203.
Bord- und Rinnsteine aus Beton. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 243.

C. Nebenanlagen der städtischen Strafsen.
(Zu § 10 u. 12.)

I. Anpflanzungen an Strafsen und Plätzen, Vorgärten.
(Zu § 10.)

a) Einzelwerke und Druckhefte.

A. Czullik, Behelfe zur Anlage und Bepflanzung von Gärten. Wien 1882, 1885.
T. Nietner, Gärtnerisches Skizzenbuch. Berlin 1883.
J. v. Falcke, Der Garten, seine Kunst und Kunstgeschichte. Stuttgart 1884.
W. P. Tulkermann, Die Gartenkunst der italienischen Renaissancezeit. Berlin 1884.
R. Jürgens, Praktische und ästhetische Anforderungen an neue landschaftliche Anlagen. Leipzig 1886.
L. v. Ompteda, Rheinische Gärten von der Mosel bis zum Bodensee u. s. w. Berlin 1886.
W. Hampel, Die moderne Teppichgärtnerei. Berlin 1887.
C. Hampel, Stadtbäume, Anleitung zum Pflanzen und Pflegen der Bäume in Städten. Berlin 1893.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

Dietrich, Städtische Baumpflanzungen. Baugewerkszeitg. 1880, S. 517, 532, 548.
Baumpflanzungen in städtischen Strafsen. Scient. amer. Suppl. 1881, S. 4662.
Beiträge zur Behandlung von Alleebäumen an Strafsen. Deutsche Bauz. 1881, S. 47, 131, 233. — Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1881, S. 31. — Rombergs Zeitschr. f. Hochbauw. 1881, S. 409.
Schwieger, Bewässerung der Bäume in Strafsen. Deutsche Bauz. 1882, S. 311, 355, 370.
Baumpflanzungen in den Strafsen von Paris. Zentralbl. d. Bauverw. 1884, S. 188.
Wert städtischer Baumpflanzungen in Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 255.
Baumpflanzungen in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 192, 264.
Dehnhardt, Beschädigung von Pflanzen durch Dämpfe von Pflasterfugenausgufsmasse. Zentralbl. d. Bauverw. 1891, S. 215; 1892, S. 288. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 258.
Bepflanzung der Strafsen und Plätze Berlins. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 392; 1893, S. 491.
Auswahl der Baumarten bei den Strafsenanpflanzungen in Belgien. Ann. des travaux publics de Belgique 1893, S. 1—75.
Dehnhardt, Baumpflanzungen an städtischen Landstrafsen, sowie Beschädigung derselben durch Gase. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 366.
Über städtische Baumpflanzungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 16, 32.
Parkanlagen und Schmuckplätze in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 580.
Vorgärten in Strafsen und ihre rechtliche Bedeutung. Baugewerksztg. 1895, S. 861.
Bewässerung von Bäumen in Strafsen und Parkanlagen durch Drainröhren. Zentralbl. d. Bauverw. 1895, S. 539. — Tonindustrie-Zeitung 1896, S. 114.
Die Aufwendungen der Stadt Berlin für ihre öffentlichen Parkanlagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 105.
Anlegung von Vorgärten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 321.
Vorgärten und Bebauungspläne. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 379.
Baumbewässerung für Strafsen mit Asphaltabdeckung in Berlin. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 716.
Genzmer, Anpflanzungen auf städtischen Strafsen und Plätzen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 4, 19, 34, 51, 67; 1900, S. 345.
F. Eckardt. Nutzbringende Anpflanzungen auf Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 450, 471.
Die Bepflanzung von Strafsen mit Bäumen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 415.
Städtische Strafsenbepflanzung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 278.

II. Unterbringung der Versorgungsnetze für Wasser, Gas u. s. w. und Nebenanlagen.
(Zu § 12.)

Drahtzäune an Strafsen. Deutsche Bauz. 1881, S. 414.
Untergrundtunnel (Subways) in London. Builder 1881, März, S. 303. — Wochenbl. f. Bauk. 1887, S. 499. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 29; 1889, S. 358. — Zentralbl. d. Bauverw. 1889, S. 206.
Die Numerierung der Häuser und die Hausnummern. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 408; 1890, S. 44.

Hobrecht, Die modernen Aufgaben des grofsstädtischen Strafsenbaues mit Rücksicht auf die Unterbringung der Versorgungsnetze. Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 353, 375, 386. — Deutsche Bauz. 1890, S. 445. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 301, 313, 327.

Die Anordnung der Gas-, Wasser- und elektrischen Leitungen in den Bürgersteigen der Grofsstädte, insbesondere Einlegung der letzteren in Zementkanäle. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1890, S. 4.

v. Scholz, Vortrag über die Breslauer Strafsenarbeiten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 30.

Subways für Toronto in Kanada. Engng. news 1891 II, S. 292.

Die Erbauung von Leitungsgängen (Subways) in Hamburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 327.

Rohrleitungen an der Kreuzung vom Broadway mit der Fultonstreet. Génie civil 1892, Bd. 20, S. 154.

Die Numerierung der Häuser in amerikanischen Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 442.

Unbenutzte Kanäle und Hohlräume in gröfseren Städten mit Gasleitungen als Gefahr für Gas-Explosionen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 574, 594.

Hobrecht, Unterbringung der Versorgungsnetze in Grofsstädten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 37.

Ein neuer Stachelzaun. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 85.

Einwirkung elektrischer Ströme auf die Rohrleitungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 152.

Vorrichtung zur Beobachtung und Kontrolle der Rohrleitungen und Kabel in den unterirdischen Kanalsystemen von Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 152.

Die Verkehrsstörungen in Grofsstädten durch Strafsenbauarbeiten. Deutsche Bauz. 1898, S. 427.

Vorrichtung im Pflaster zur Einsenkung von Flaggenmasten. Musterschutz 108187. Baugewerkszeitg. 1899, S. 524.

Normalquerschnitt einer Strafse in Manchester mit Angabe aller Versorgungsnetze. Engng. record 1900, Bd. 42, S. 221.

Neuerungen an Wegschranken von H. Boye. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1901, S. 54.

Wegschranke mit Bewegungsfreiheit in lotrechter und wagerechter Ebene. Zentralbl. d. Bauverw. 1901, S. 119.

Unterstrafsen unter den Hauptverkehrsstrafsen Londons zur Aufnahme von Versorgungsnetzen und elektrischen Bahnen. Zentralbl. d. Bauverw. 1901, S. 551.

Zusammenlegung oder absichtliche Trennung der verschiedenen Rohrleitungen unterhalb des Strafsenkörpers. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1901, S. 653.

Burchartz, Kabelrohre aus Zementbeton. Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 570.

Strafsenschilder und Hausnummern. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 296.

Telephon-Tunnel und Subways in Chicago. Engng. news 1903 I, S. 166. — Engng. record 1903, Bd. 47, S. 201.

Die Wiener Bedürfnisanstalten, System Beetz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 643.

Querschnitt der Newstreet in London mit Untergrundbahn, Subways u. s. w. Engng. news 1906, Bd. 56, S. 36.

B. Schwan, Strafsennamen einst und jetzt. Schweiz. Bauz. 1906 II, S. 313.

Ein neuer Sinkkasten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 7.

Unterirdische Kanäle für Röhren und Kabelleitungen in englischen Städten und in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 263. — Engng. news 1907 I, S. 280.

Kanal aus Eisenbeton. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 289.

III. Strafsenbeleuchtung.

a) Einzelwerke und Druckhefte.

A. Mendlik, Die Gasbeleuchtung. Budapest 1879.

H. Schellen, Die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtung und der Kraftübertragung. Köln 1880.

A. Bernstein, Die elektrische Beleuchtung. Berlin 1880.

J. W. Urquhart, Electric light, its production and use etc. London 1880.

R. E. Crompton, The electric light, for industrial use etc. London 1880, deutsch von F. Uppenborn. München 1881.

E. Hospitalier, Des principales applications de l'électricité. Paris 1881.

Armengaud, Manuel de l'éclairage électrique etc. Paris 1881.

F. Holthof, Das elektrische Licht in seiner neuesten Entwickelung u. s. w. Halle a. S. 1882.

E. Alglave und J. Boulard, La lumière électrique etc. Paris 1882.

R. Routledge, Electric lighting. London 1882.

A. Merling, Elektrotechnische Bibliothek. Bd. I: Die elektrische Beleuchtung u. s. w. Braunschweig, 2. Aufl. 1884.

G. Behrend, Das elektrische Licht. Halle a. S. 1883.
W. H. Uhland, Das elektrische Licht und die elektrische Beleuchtung. Leipzig 1883.
H. Krüfs, Die elektrische Beleuchtung in hygienischer Beziehung u. s. w. Hamburg 1883.
A. Urbanitzky, Das elektrische Licht und die hierzu angewendeten Lampen. Wien 1883.
L. Graetz, Die Elektrizität und ihre Anwendungen zur Beleuchtung u. s. w. Stuttgart, 2. Aufl., 1885.
E. Hagen, Die elektrische Beleuchtung u. s. w. Berlin 1885.
S. Maisonneuve, La lumière électrique et ses applications. Paris 1886.
K. Hartmann, Bericht über die Fortschritte der Gas- und elektrischen Beleuchtung u. s. w. Heft 6 vom VI. internationalen Kongrefs für Hygiene und Demographie. Wien 1887.
Schilling, Über den gegenwärtigen Stand der elektrischen Beleuchtung. München 1888.
O. May, Anweisungen für den elektrischen Lichtbetrieb u. s. w. Frankfurt a. M. 1888.
B. v. Wetter, Les applications de la lumière électrique. Paris 1888.
W. Schrader, Die elektrische Beleuchtung im Verhältnis zur Stadtverwaltung u. s. w. Magdeburg, 2. Aufl. 1889.
H. Maréchal, L'éclairage à Paris. Paris 1894.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

Beleuchtung der Pariser Strafsen. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1881, S. 211.
Über Strafsenbeleuchtung. Baugewerksztg. 1883, S. 645.
Die elektrische Beleuchtung der Strafsen Londons. Zentralbl. d. Bauverw. 1883, S. 179.
Die Beleuchtung der Strafse Holborn-Viadukt. Zentralbl. d. Bauverw. 1883, S. 284.
Leuchttürme zur Strafsenbeleuchtung. Zentralbl. d. Bauverw. 1883, S. 222.
Einiges über Strafsen- und Beleuchtungswesen in Wien. Deutsche Bauz. 1884, S. 530.
Die Höhenlagen der Strafsenlaternen. Ziviling. 1887, S. 69. — Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1889, S. 457.
Gaslaternen mit Glaslinsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 230.
Magnesiumlampen. Deutsche Bauz. 1887, S. 512.
Vergleich der verbesserten Strafsenbeleuchtungen. Deutsche Bauz. 1888, S. 568.
Lichtträger der elektrischen Strafsenbeleuchtung in Berlin. Zentralbl. d. Bauverw. 1888, S. 195.
Laternenglocken mit Strafsenbezeichnungen. Baugewerksztg. 1890, S. 1177.
Ausdehnung der elektrischen Beleuchtung in Berlin. Gesundh.-Ing. 1891, S. 508.
Verwendung elektrischer Beleuchtungswagen zu Strafsenarbeiten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 323.
Laternenanzündung von der Gasanstalt aus. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 117.
F. Kraufs, Die elektrische Strafsenbeleuchtung in München. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1895, S. 16, 21.
Wirtschaftliche Erfahrungen mit Gasglühlicht-Beleuchtung der Strafsen in Darmstadt. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1897, S. 2, 37.
Elektrische Gasfernzündung für Strafsenlaternen. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1898, S. 680.
Ungünstige Erfahrungen mit der Gasglühlicht-Strafsenbeleuchtung in München. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1899, S. 57.
Himmel, Selbsttätige Anschlufs- und Zündvorrichtung für Aufhängung von Laternen auf hohen Masten als Ersatz für elektrisches Bogenlicht. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1900, S. 877.
Fernzündung von Strafsenlaternen. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1900, S. 891.
Strafsenbeleuchtung der nordamerikanischen Städte. Schweiz. Bauz. 1901 I, S. 119.
Umfang der Strafsenbeleuchtung in verschiedenen Städten. Gesundh.-Ing. 1901, S. 272.
Bell, Allgemeine Grundsätze für die Beleuchtung von Strafsen. El. World 1901, März, S. 475.
Beleuchtungsversuche in Königsberg; Erfahrungen mit Spiritus-Glühlicht-Beleuchtung in den Strafsen. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1902, S. 13.
Praktische Erfahrungen über vereinigte Fernzündung von Strafsenlaternen. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1902, S. 545.
Aufzugvorrichtung für Gashängelampen an hohen Masten auf Strafsen. Daselbst 1902, S. 565 u. 726.
Zur Frage der Strafsenbeleuchtung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 457.

D. Unterhaltung und Reinigung städtischer Strafsen.

(Zu § 13 bis 16.)

I. Allgemeines.

Beseitigung des Graswuchses auf Pflasterflächen, Fufs- und Gartenwegen. Baugewerkszeitg. 1882, S. 760; 1883, S. 524. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 397; 1890, S. 71.

Verteilung der Strafsenreinigungskosten in Paris. Gaz. des arch. 1884, S. 9.

Die Reinigung städtischer Strafsen. Deutsche Bauz. 1886, S. 83. — Wochenbl. f. Bauk. 1886, S. 73. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 77.

Städtische Strafsenreinigung in Akkord oder Regie? Deutsche Bauz. 1888, S. 76. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 71.

Die Strafsenreinigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 269. — Vierteljahrsschr. d. Ver. f. öffentl. Gesundheitspflege 1889, Bd. 21, S. 204—261.

Zur Pflaster- und Strafsenreinigungsfrage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 87.

Zur Strafsenreinigungspflicht in Städten. Gesundh.-Ing. 1890, S. 540.

Städtisches Strafsenwesen und Städtereinigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 95, 105; 1893, S. 296.

Behandlung und Reinhaltung der Asphaltstrafsen. Nach Engng. news 1893 I, S. 215, Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 381; 1894, S. 342, 358.

Das Reinhalten der Strafsenbahnplätze. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 89.

Strafsenreinigung und Besprengung in deutschen Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 268.

Kosten der Reinigung bei Asphalt- und Steinpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 529.

Vorschlag zur Reform der Strafsenreinigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 166.

Umpflasterungen und deren Bedeutung für die Strafsenreinigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 85.

Gerätschaften für die Reinigung und Unterhaltung von Strafsen in verschiedenen Ländern. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 471.

Reinigung und Abstumpfung des Betons. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 354.

Trottoirreinigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 61.

Geräte und Maschinen für den Strafsenbau und die Strafsenreinigung in der Ausstellung für Feuerschutz und Feuerrettungswesen in Berlin 1901. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 325, 341, 361, 377.

Strafsenbau und Strafsenreinigung auf dem Kongrefs für öffentl. Gesundheitspflege zu Rostock 1901. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 518.

P. Degener, Prinzipien der Städtereinigung. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1901, S. 340. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 505, 523, 539.

Bestreuen des geräuschlosen Pflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 49.

Ein neues Strafsenreinigungssystem. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 291.

Karl M. Meyer, Strafsenreinigung im Winter. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 266.

II. Strafsenreinigung in verschiedenen Städten.

Strafsenreinigung in Frankfurt a. M. Wochenbl. f. Bauk. 1887, S. 80.

Strafsenreinigung in Hamburg. Wochenbl. f. Bauk. 1887, S. 129. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 116, 253.

Strafsenreinigung in Dresden. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 171.

Strafsenreinigungsvorschlag für Budapest. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 308.

Die Strafsenreinigung Berlins. Berliner Kommunalbl. 1887, Anlage 22. — Deutsche Bauz. 1887, S. 196; 1888, S. 629. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 90; 1889, S. 349; 1890, S. 134, 407; 1892, S. 32. — Polyt. Zentralbl. 1896, S. 49.

Strafsenreinigung in Frankfurt a. M. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 162; 1890, S. 194.

Strafsenbau und Strafsenreinigung in London. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 411.

Die Strafsenreinigung von Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 75, 344; 1890, S. 39; 1891, S. 72; 1893, S. 3.

Die Strafsenreinigung von Stuttgart. Gesundh.-Ing. 1891, S. 158.

Die Strafsenreinigung in Bremen. Gesundh.-Ing. 1891, S. 302.

Strafsenreinigung und Besprengung in Wien. Gesundh.-Ing. 1893, S. 385.

Die Pariser Strafsenreinigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 3, 63.

Strafsengelände-Reinigung und Besprengung in deutschen Städten mit über 100 000 Einwohnern. Deutsche Bauz. 1893, S. 163.

Die Strafsenreinigung in Berlin vor 50 Jahren. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 214.

Die Strafsenreinigung der Stadt Berlin mit besonderer Berücksichtigung der Reinigung von Asphaltstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 447, 463.

Berliner Strafsenreinigungswesen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 394, 424, 441, 446; 1894, S. 438, 455, 473, 488, 504, 521, 536.

Strafsensäuberung in der inneren Stadt von Wien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 270.

Berliner Strafsenreinigungswesen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 488.

Kosten der Strafsenreinigung und Kehrichtabfuhr in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 611.

Kosten der Berliner Strafsenreinigung. Deutsche Bauz. 1895, S. 357. — Gesundh.-Ing. 1895, S. 146. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 21, 41.

Die Strafsenreinigung in Brüssel. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 516.

Schneebeseitigung in den Strafsen von Zwickau. Deutsche Bauz. 1896, S. 70.

Die Berliner Schneeabfuhr und die Beitragspflicht der Strafsenbahngesellschaft. Deutsche Bauz. 1897, S. 67.

Die Reinigung der Strafsen und Plätze in Dresden. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 129. — Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 566; 1899, S. 373. — Gesundh.-Ing. 1900, S. 107.

Das Strafsenreinigungswesen in Hamburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 185, 238. — Gesundh.-Ing. 1900, S. 62.

Die Strafsenreinigung in Königsberg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 148.

Die Strafsenreinigung in Wien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 65, 84, 98, 117.

Die Strafsenreinigung in London. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 423; 1900, S. 231.

Die Strafsenreinigung in Berlin. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 130. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 424.

Die Altonaer Strafsenreinigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 458, 474, 490.

Vorschläge für eine Neuordnung der Berliner Strafsenreinigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 52.

Die Strafsenreinigung in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 235.

Fünfzigjähriges Jubiläum der Berliner Strafsenreinigung den 6. Juli 1901. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 369.

Die Strafsenreinigung Hamburgs. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 416.

Die Reinhaltung der Strafsen Charlottenburgs. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 54.

Die Strafsenreinigung der Stadt Frankfurt. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 40.

Neuanordnung der Strafsenreinigung und Müllabfuhr in Bremen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 317. — Gesundh.-Ing. 1902, S. 233.

Die Strafsenbesprengung in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 493, 510, 526. — Génie civil 1902, Bd. 40, S. 275.

Berliner Strafsenreinigung. Gesundh.-Ing. 1902, S. 114. — Bauing.-Ztg. 1903, S. 97.

Müllabfuhr und Strafsenreinigung in Luxemburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 263.

Strafsenreinigung von Schnee und Staub und Schmutzabfuhr in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 353.

Die Strafsenreinigung und Müllabfuhr in Bremen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 308, 324, 345, 365 u. 519.

Strafsenreinigungswesen in Charlottenburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 603.

Staubbekämpfung in Liverpool. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 344.

Zur Wiener Staub- und Schmutzfrage. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1905, S. 693 u. 728. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 60, 81 u. 102.

Die Strafsenreinigung in Bremen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 329 u. 351.

Müllbeseitigung nach dem Dreiteilungsverfahren in Charlottenburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 327.

III. Strafsenstaub und Staubbekämpfung.

(S. a. Literaturverzeichnis zu Kap. I unter C. 4.)

Die Staubplage in Städten, mit besonderer Berücksichtigung der chaussierten Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 4.

Über Strafsenstaub, besonders von Granitpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 133.

Der Strafsenstaub und sein Einflufs auf die Farben der Kleiderstoffe. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 555.

Vergleichende Studien über die Staub- und Bakterienbildung bei verschiedenen Pflasterarten. Engng. record 1900, Bd. 42, S. 242.

Beseitigung des Strafsenstaubes in Frankfurt a. M. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 305.

Die Besprengung der Pariser Strafsen mittels Sprengschläuchen. Génie civil 1902, Bd. 40, S. 275.

H. Bartack, Soll man städtische Strafsen teeren? Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1905, S. 374. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 377 u. 393.

Guglielminetti, Verfahren und Vorrichtungen zur Bekämpfung der Staubplage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 458, 474 u. 489; 1906, S. 288.

C. Schmid, Die Reinigung der Asphaltstrafsen. Württemb. Bauz. 1905, S. 262.

Neuerungen zur Verbesserung des Strafsenreinigungs- und Besprengungs-Betriebes. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 226.

Neue Teerungsversuche auf städtischen Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 139.

Programm der Tätigkeit des technischen Komitees der Österr. Gesellschaft zur Bekämpfung des Strafsenstaubes. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 170.

Der Kampf der Strafsenbahnen gegen die Staubplage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 212.

Staubbekämpfungsversuche durch Teerung und Ölung der Strafsen in Farnham. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 264.

R. Paltauf, Über die hygienische Bedeutung des Staubes. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 534, 551 u. 576.

Staubverhinderung in England. Engng. news 1906 II, S. 211.

M. Buhle, Staubverhütung auf städtischen chaussierten Strafsen durch Strafsenteerung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 352 u. 381.

IV. Sprengwagen.

(Zu § 13.)

Strafsensprengwagen, D. R. P. 51697. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 259.

Sprengwagen verschiedener Anordnung. Nach Engng. news, Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 70.

Elektrisch betriebene Sprengwagen. Daselbst 1896, S. 37.

Strafsensprengwagen mit Motorbetrieb für Strafsenbahnen. Südd. Bauz. 1896, S. 10. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 31. — Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 719. — Scient. american 1898 I, S. 197.

Turbinen-Sprengwagen von Weygandt & Klein in Stuttgart. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 449.

Die Hentschel'sche Strafsenwaschmaschine. Daselbst 1897, S. 350; 1898, S. 150.

Strafsensprengwagen mit dreifach verstellbarer Wasserausströmung an jeder Wagenseite. Daselbst 1898, S. 71.

Die Strafsenwaschmaschine „Herkules". Gesundh.-Ing. 1899, S. 253 u. 404. — Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1899, S. 702.

Automobilsprengwagen in London. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 516.

Die Strafsenwaschmaschine von Hentschel. Bauing.-Zeitg. 1901, S. 257. — Verbesserung durch D. R. P. 119421, Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 307.

Neuere Strafsensprengwagen auf der Berliner Ausstellung für Feuerschutz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 341.

Strafsensprengwagen. Engng. news 1902 II, S. 210.

Sprengwagen mit einem oder mehreren Sprengzylindern und schraubenartig angeordneten Spritzlöchern. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 646.

Motorsprengwagen. Bauing.-Ztg. 1905, S. 6.

Elektrisch betriebene Sprengwagen in Köln und Paris. Génie civil 1905, Bd. 46, S. 143 u. 297.

Sprengwagen mit Dampfbetrieb für Paris. Nach Génie civil, Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 283 u. 304.

Ein neuer Sprengwagen für Teer und ähnliche zähflüssige, zum Niederhalten des Staubes dienende Massen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 562.

Elektrischer Sprengwagen und Goudronwagen, Bauart Lassailly. Génie civil 1905, Bd. 47, S. 121.

Eine neue Sprengwagen-Bauart. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 81.

Automobilsprengwagen für Berlin. Daselbst 1906, S. 377.

Neues Sprengautomobil. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 399.

Zentrifugalsprengwagen für die Strafsenbahnen Mailands. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 435.

Neuer Sprengwagen für Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 522.

V. Kehrmaschinen und Reiniger für Strafsen und Strafsenbahnschienen.

(Zu § 14.)

Kehrmaschine mit Kehrichtkasten und um eine lotrechte Achse drehbaren Besen. Engng. news 1886, Bd. XV, S. 260.

Strafsenkehrmaschine der National-Street-Sweeping Co. in Philadelphia mit Schmutzkarren. Engng. news 1887 II S. 210. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 139.
Prossers Reiniger für Strafsenbahnschienen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 205.
Wagen mit Vorrichtung zum selbsttätigen Aufladen des Strafsenschmutzes. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1887, S. 220.
Strafsenreinigungsmaschine von Ferd. Kleemann u. Sohn in Obertürkheim bei Stuttgart. Zentralbl. d. Bauverw. 1887, S. 466.
Strafsenkehrmaschine mit Wasserbehälter. Scientific american, Suppl. 1888, März, S. 10183.
Londoner Strafsenkehrmaschine „Bernard Castle". Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 1.
Strafsenreinigungsmaschinen der Maschinenfabrik von Wilh. Tangermann in Helmstedt (Braunschweig). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 107.
Strafsenreinigungsmaschine von Leonh. Messener-Jourdan in Muttenz bei Basel, Pat. Nr. 53796. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 246.
Schlammhäufelmaschine von Ludolf Walter zu Alvensleben. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 40.
Schienenreinigungsmaschine für Strafsenbahnen, Bauart Carl Ph. Bischoff. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1894, S. 398.
R. Ziffer, Über Schienenreinigungsmaschinen für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 392.
Tobey's Strafsenkehrmaschine. Engng. news 1895 II, S. 270.
Strafsenkehrmaschine der internat. Kehrmaschinen-Gesellschaft zu Dayton (Ohio) mit Schmutzsammler. Engng. news 1895 I, S. 317. — Génie civil 1895, Bd. 27, S. 270. — Uhland's Ind. Rundschau 1895, S. 323.
Strafsenkehrmaschine von John Hopewell jr. in Cambridge. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 59.
Furna's pneumatischer Strafsenkehrwagen. Engng. news 1896 I, S. 314. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 429.
Ein Trog-Strafsenkratzer. Engng. news 1896 I, S. 183.
Universalstrafsenkehrmaschine *(balayeuse universelle)*. Génie civil 1896, Bd. 28, S. 203.
Elektrischer Strafsenreiniger mit Selbstladung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 581.
Auswechselbare Piassavabesen für Strafsenbahnen von F. Schimmer. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1897, S. 40.
Selbstladender elektr. Wagen für die Strafsenreinigung. Nach Scientific american, Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 457, 480.
Über Strafsenreinigung und A. Hentschel's Strafsenwaschmaschine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 350.
Strafsenkehrmaschine, Bauart Descovich. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 247.
Strafsenkehrmaschine von Brook. Engng. record 1898, Bd. 39, S. 78.
Strafsenkehrmaschine mit eigenartigem Schmutzsammler. Engng. record 1899, Bd. 39, S. 184.
Reinigungsvorrichtung für Strafsenbahngleise in Gestalt eines Fahrrades. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 133.
Schubkarre für Strafsenreinigung mit vor und hinter dem Rade angeordnetem Laderaum. Baugewerkszeitg. 1899, S. 334.
Bahnräumer für Strafsenbahnfahrzeuge, D. R. P. No. 101401 von Wilh. Dickel. Zentralbl. d. Bauverw. 1899. S. 360.
Abänderung der Strafsenreinigungsmaschine „Herkules", durch welche der Wasserablauf zur Strafse von der Witterung abhängig gemacht werden kann. Gesundh.-Ing. 1900, S. 230.
Maschinen zum Besprengen und Kehren der Strafsen in englischen Städten. Engineering 1900 II, S. 353. — Engineer 1900 II, S. 276.
Reinigungsvorrichtung für Rillengleise von Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 317.
Schopp's Strafsenkehrmaschine. Techn. Gemeindebl. 1901, S. 6. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 6, 155, 300.
Strafsenkehrmaschine der Gesellschaft „Salus" in Düsseldorf mit selbsttätiger Spreng- und Kehrichtauflade-Vorrichtung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 431. — Deutsche Bauz. 1901, S. 470.
Berliner Kehrmaschine. Deutsche Bauz. 1902, S. 291.
Neue Universal-Strafsenreinigungsmaschine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 290.
Ein neuer Schienenreinigungswagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 85.
Schrubbermaschine zur Reinigung des Strafsenpflasters von Karl Beermann in Berlin (D. R. P. 133633, Kl. 19b). Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 588.

Patent-Strafsenkehrmaschine mit nassem Staubsammler von Bergmann. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 306.

Neue Strafsenkehrmaschinen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 186, 326 u. 473.

Neuer Schienenreiniger der Rockland, Thomaston & Comden Strafsenbahn. Daselbst 1906, S. 186.

Strafsenkehrmaschine von G. Pum in Wien (pat.). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 227.

Automobilkehrmaschinen der Stadt Tremont. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 511.

Strafsenreinigungsmaschine mit Ventilator zum Absaugen, und Rieselwerk zum Niederschlagen des Staubes. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 528.

Ein neues Strafsenreinigungsautomobil. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 577.

Handkarren zu Strafsenreinigungszwecken. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 736.

VI. Schneebeseitigung, Schneepflüge.

(Zu § 14.)

Das Salzstreuen zur Schneebeseitigung. Ann. des ponts et chaussées 1880 II, S. 553; 1886 II, S. 273. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1885, S. 339, 347; 1886, S. 7; 1887, S. 42, 177; 1888, S. 120, 326; 1889, S. 117, 132, 144; 1893, S. 475. — Deutsche Bauz. 1888, S. 183, 200.

Schneeschmelzvorrichtung. Iron 1886 I, S. 294.

Schneebeseitigung durch Auftauen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 98.

Sand- und Salzstreuer für Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 163.

Schnee-Auflade- und Schmelzmaschine von O. Wanke in Berlin. Gesundh.-Ing. 1889, S. 806.

Coakskörbe als Auftauvorrichtung. Journ. f. Gasbel. und Wasservers. 1889, S. 251.

Schneefreie Strafsen vom Standpunkt der Hygiene. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 105.

Schneebeseitigung durch Einwerfen in die Entwässerungskanäle. Wochenbl. f. Bauk. 1890, S. 26. — Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 159. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 165; 1891, S. 22; 1893, S. 127.

Schneeauflade- und Schmelzmaschine, D. R. P. 46477. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 179.

Elektrische Schneekehrmaschine von Thomson-Hauston. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 225.

Schneebeseitigung in den Strafsen durch Gashitze. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 197; 1893, S. 97.

Schneebeseitigung in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 68.

Zur Frage der Schneeabfuhr. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 84.

Schneeschmelzmaschine von Oberst v. Garnier in Bremen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 132.

Über die Freihaltung der Strafsen von Schnee. Schweiz. Bauz. 1895, Bd. 25, S. 32, 45, 52, 58.

Über die Beseitigung des Schnees in Grofsstädten. Deutsche Bauz. 1895, S. 613; 1896, S. 69.

Schneeschächte zur Aufnahme des Strafsenschnees. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 3.

Berliner Schneeabfuhr. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 549.

Schneebeseitigungsversuche unter Benutzung der Pferdebahngleise. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 46.

Schneeschmelzmaschine in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 332.

Elektrischer Schneepflug von Elliot. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 408.

Schneebeseitigung durch Abstürzen in die städtischen Kanäle in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 99; 1900, S. 356. — In Halle, daselbst 1898, S. 115. — Gesundh.-Ing. 1898, S. 46, 381.

Eine Schneeschmelzmaschine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 94.

Elektrische Schneekehrmaschine. Glasers Ann. f. Gew. u. Bauw. 1900, S. 159.

Neue Schneeschaufelmaschine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 297.

Neue Schneepflüge. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 157, 251, 377.

Schneeschmelzmaschinen in den Strafsen von New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 205.

Ein neuer Schneepflug für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 11.

Schneebeseitigung auf städtischen Strafsen. Engng. record 1905, Bd. 51, S. 80. — Revue techn. 1905, S. 115. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 165.

Über Schneefegemaschinen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 168.

Neuer Schneepflug für elektrische Bahnen. Engng. news 1905 II, S. 336.

Schnee-Entfernung auf den Strafsen durch Fusion. Génie civil 1905, Bd. 46, S. 428.

Neue Maschine zum Verdichten von Schnee. Nach Engng. news, Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 472.

Neuer Schneepflug für Strafsen- und Überlandbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 563.

Vereinigter Schneeräumer-, Kran- und Arbeitswagen für Strafsen- und Überlandbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 683.

VII. Strafsenhygiene und Beseitigung des Strafsen- und Hauskehrichts.

(Zu § 15.)

a) *Einzelwerke und Druckhefte.*

Thomas Codrington, Report on the destruction of town refuse. London 1888.

Du Mesnil et M. Journet, Rapport de l'enlèvement et de l'utilisation des détritus solides dans les villes et les campagnes. Paris 1889.

Dr. Samuel S. Kilvington, The destruction by cremation. Paper read at the Meeting of the American Publ. Health-Assoc. Brooklyn, Okt. 1889.

W. G. B. Bennet, Description of the sanitary works and severage disposal of Southampton. Southampton 1890.

A. Joltrain, Les services sanitaires de la ville de Paris et du département de la Seine. Paris 1893.

Dr. Th. Weyl, Studien zur Strafsenhygiene mit besonderer Berücksichtigung der Müllverbrennung. Jena 1893.

Bohm und Grohn, Über die Müllverbrennung in England und die in Berlin anzustellenden Versuche. Berlin 1894.

H. Cadisch, Die Abfallverbrennung vom technischen und finanziellen Standpunkte. Zürich 1896.

F. W. Büsing, Die Städtereinigung. Stuttgart 1897.

Dr. Th. Weyl, Assanierung von Paris. Leipzig 1900.

B. Röhrecke, Müllabfuhr und Müllbeseitigung. Berlin 1901.

Dr. Th. Weyl, Fortschritte der Strafsenhygiene. Jena 1901.

F. W. Büsing, Technische Einrichtungen der Städtereinigung. Stuttgart 1901.

F. Andreas Meyer, Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg. Braunschweig, 2. Aufl., 1901.

H. Chr. Nufsbaum, Leitfaden der Hygiene für Techniker, Verwaltungsbeamte und Studierende. Oldenburg 1902.

Dr. Th. Weyl, Die Assanierung von Wien. Leipzig 1902.

Encyklopädie der Hygiene, herausgegeben von den Prof. R. Pfeiffer und B. Proskauer. Leipzig 1902.

b) *Abhandlungen in Zeitschriften.*

1. Städtische Hygiene, Kehricht- und Müllabfuhr.

Über die Reinhaltung der Wasserläufe im städtischen Bebauungsgebiet. Die Stadt 1880, S. 145. — Deutsche Bauz. 1880, S. 434. — Eisenbahn 1880, Bd. 13, S. 104. — Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1880, S. 366. — Baugewerkszeitg. 1880, S. 599.

Der Kehricht und die Müllabfuhr in London. Deutsche Bauz. 1882, S. 177.

Beseitigung des Strafsenkehrichts in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1886, S. 6; 1890, S. 311.

Die Strafsenreinigung und Beseitigung der Haushaltungsabfälle in deutschen Städten. Nach einem Vortrage von Dr. Th. Weyl. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 433.

Die Beseitigung der Hausabgangsstoffe. Nach Vorträgen von Direktor Schlosky. Gesundh.-Ing. 1892, S. 669—676. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 356; 1892, S. 535.

Strafsenreinigung und Abfuhr der Hausabfälle und des Strafsenkehrichts in Stuttgart. Gesundh.-Ing. 1893, S. 273.

Polizeiverordnung für die Müllabladeplätze bei Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 334. — Gesundh.-Ing. 1893, S. 793.

Beseitigung des Strafsenkehrichts und des Hausmülls früher und jetzt. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 465.

Beseitigung des Unrats von New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 537.

Der Gesundheitsdienst der Stadt Paris und des Seine-Departements. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 398, 415, 430, 449, 465, 481, 497.

Beseitigung der städtischen Abfallstoffe. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 501.

Müllverarbeitung nach dem Verfahren von Merz. Engng. news 1894 II, S. 354.

Bericht über das Berliner Strafsenreinigungswesen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 536.

Die Strafsen von Paris und die Gesundheitspflege. Revue techn. 1894, S. 439. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 585.

Die Müllbeseitigung in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 3.

Anlage zur Verarbeitung städtischer Abfallstoffe. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 4, 18.

Zur Frage der Müllbeseitigung in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 191, 228, 249, 264.

Die Verwertung des Mülls in Boston nach dem Verfahren von Arnold. Engng. news 1895 I, S. 211.

Der Kongrefs der französ. Sanitäts-Ing. u. Arch. in Paris 1895. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 23, 42, 62.

Müllverwertung in Cincinnati und New-Orleans. Engng. news 1896 II, S. 236.

Ein Müll-Ladeplatz am Südufer in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 178.
Müllbeseitigung in Budapest. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 582; 1897, S. 266, 282, 333. — Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 301. — Deutsche Bauz. 1898, S. 468.
Untersuchung eines zur Ablagerung von städtischem Kehricht benutzten Grundstücks durch chemische und bakteriologische Prüfung. Zeitschr. f. Hygiene 1897, S. 243.
Beseitigung des Kehrichts in den Städten von Nord-Amerika. Engng. news 1897 II, S. 301, 347.
Behandlung der Kehrichtstoffe durch Wasserdampf unter Druck. Mém. et compte rendu de la soc. des ing. civ. 1897, Juni, S. 767.
Peters, Die Hygiene im Städtebau unter Berücksichtigung der Baupläne und Bauordnung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 397, 413, 429.
Über Müllbeseitigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 4, 17, 61.
Verwertung des Hausmülls in München. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 234. — Deutsche Bauz. 1898, S. 447.
Einrichtung der städtischen Müllabladeplätze in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 86.
Kehricht- und Kanalschlamm-Analysen aus Stuttgart. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 104.
Lüftung der Strafsenkanäle durch die hohlen Laternenpfosten in London. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 182.
Sicherheitsverschlüsse für Schachtabdeckungen und Strafsenkappen. Deutsche Bauz. 1898, S. 240. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898. S. 427.
Strafsensinkkasten aus glasiertem Steinzeug mit drehbarer, verzinkter Reinigungsklappe, D. R. G. M. No. 75645 u. No. 44037 von Franz Heusmann in Köln a. Rh. Südd. Bauz. 1899, S. 167. — Zentralbl. d. Bauverw. 1899, S. 328. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 201.
Braun, Über hygienische Müllabfuhr. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 95.
Leitsätze und Fragebogen, betreffend Strafsenhygiene. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 311.
Erfahrungen in der städtischen Hausmüllverwertung. Glaser's Ann. f. Gew. u. Bauw. 1899, S. 252.
Beseitigung des Strafsenkehrichts in Paris. Baugewerkszeitg. 1899, S. 318.
Hausmüllbeseitigung in München. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 579. — Gesundh.-Ing. 1900, S. 76.
Die Frage der Strafsenhygiene in Wien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 51.
Beseitigung der Kehrichtmassen in New-York. Engng. news 1900 I, S. 66.
Abfuhr und Strafsenreinigungswesen in Hamburg. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1900, S. 214.
Beseitigung und Vernichtung des Stadtkehrichts. Engineer 1900 II, S. 192.
Verwertung der Kehrichtmassen von Syracuse für die Landwirtschaft. Engng. news 1900 II, S. 247.
Die Müllfrage vor dem hygienischen Kongrefs in Paris. Gesundh.-Ing. 1900, S. 398.
Beseitigung des Hausmülls in Paris. Mém. de la soc. des ing. civ. de France 1900, Juni, S. 643.
Genzmer und Dr. Weyl, Strafsenbefestigungsstoffe und Ausführungsarten und ihr Einflufs auf die Gesundheit. Gesundh.-Ing. 1901, S. 380.
Leitsätze für die Beseitigung von Haus- und Müllabfällen. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1902, S. 531.
Beseitigung der Haus- und Wirtschaftsabfälle in Schöneberg bei Berlin. Gesundh.-Ing. 1902, S. 215.
Dr. Thiesing, Müllbeseitigung mit besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Verwertung. Mitteil. a. d. Königl. Prüfungsstat. f. Wasservers. u. Abwässerreinigung 1902, H. I, S. 118.
Ein neues System der Kehrichtabfuhr in Karlsbad. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 48.
Neuordnung der Strafsenreinigung und Müllabfuhr in Bremen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 317.
Staubfreie Verladestelle für Müll- und Hausabfälle der Aktien-Ges. „Staubschutz“ in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 82, 99, 114, 128. — Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 632. — Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1903, S. 10.
Zur Müllbeseitigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 45.
Staubfreie Kehrichtabfuhr, Patent von Weifsfloch in Fürth. Südd. Technikerztg., Beiblatt der Südd. Bauz. 1903, S. 83.
K. Rumpf, Hygiene und Strafsenpflege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 28, 33 u. 49.
Über Strafsenhygiene in England. Daselbst 1904, S. 405.
Zur Frage der Müllbeseitigung in Berlin. Daselbst 1905, S. 298.
Die Müllverarbeitung in München. Daselbst 1905, S. 77.
Die Strafsenreinigungspflicht der Anlieger. Bauing.-Zeitg. 1905, S. 447 u. 468.
Die Verwertung des Kehrichts in neuester Zeit. Württemb. Bauz. 1905, S. 532.
Über Müllbeseitigung und Müllverwertung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 627.
Reich, Die Beseitigung des Kehrichts in Städten. Südd. Bauz. 1906, S. 93, 100 u. 107.

Müllverwertung, insbesondere nach dem Dreiteilungsverfahren. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1906, S. 38. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 102, 182 u. 209.

Müllbeseitigungsverfahren der Maschinenbauanstalt in Kalk bei Köln. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 227.

Vereinigte Abwässerungsreinigung und Müllverbrennungsanlage in Marion (Ohio). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 243.

Dörr, Die Beseitigung von Hausmüll. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1906, S. 465, 477, 491, 495, 513, 530, 554 u. 578.

Neues Verfahren zur Trennung des Hausmülls oder ähnlichen Sammelguts in seine Bestandteile. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 512.

Kehricht- und Müllbeseitigung in Brooklyn. Daselbst 1906, S. 601.

2. Müll- und Kehrichtverbrennung. Verbrennungsöfen und Müllverwertungsanlagen.

Verbrennung von Müll und Kehricht in Leeds. Ann. des ponts et chaussées 1881, Mai, S. 582. — Scient. amer. 1881, Juni, Suppl. S. 4504; Juli, S. 1.

Ofen zur Verbrennung von Strafsenkehricht nach dem D. R. P. 13413. Gesundheits.-Ing. 1881, S. 491.

Die Kehrichtverbrennung in Süd-Ealing bei London. Iron 1887 II, S. 368.

Verbrennöfen für Kehricht und organische Bestandteile. Engineer and Building Record 1889, S. 161. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 260.

Die Kehrichtöfen in Leeds. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 12.

Vernichtung des Hausmülls durch Verbrennen bei London. Engineering 1891 I, S. 591.

Handhabung der Hausmüll-Verbrennungsöfen. Gesundh.-Ing. 1891, S. 712.

Die Beseitigung und Verwertung der städtischen Abfallstoffe durch Verbrennung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 26, 40, 50; 1892, S. 33, 440.

Zur Frage der Müllverbrennung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 582; 1894, S. 180.

Die Müllverbrennung in England und die in Berlin angestellten Versuche. Deutsche Bauz. 1894, S. 303. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 180, 270, 308.

Beseitigung des Kehrichts durch Verbrennung. Engng. record 1894, Nov., S. 425. — Zentralbl. d. Bauverw. 1894, S. 425. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 533, 571.

Verbrennung von Abfallstoffen in Verbrennungsöfen. Engng. news 1894, Bd. 32, S. 167, 173.

Abfallofen nach Anderson, Engng. news 1894, Bd. 32, S. 380. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 345.

Müllofen von F. W. Baker. Engineer 1894 II, S. 390.

Ungünstige Versuche der Müllverbrennung in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 68. — Gesundh.-Ing. 1895, S. 212.

Nufsbaum, Beseitigung des Hauskehrichts durch Verbrennen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1895, S. 141.

Verbrennungsöfen für Kehricht in amerikanischen Städten. Génie civil 1895, Bd. 26, S. 231. — Industr. and Iron 1895, S. 609.

Beseitigung des Kehrichts durch Verbrennung. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. 1895, S. 11.

Müllverbrennungsversuche in Berlin. Gesundh.-Ing. 1895, S. 110. — Deutsche Bauz. 1895, S. 281; 1896, S. 256. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 298, 598; 1896, S. 72, 183; 1897, S. 132, 500, 521. — Glasers Ann. f. Gew. u. Bauw. 1895, S. 209.

Neuere Arten von Verbrennungsöfen. Génie civil 1895, Bd. 27, S. 415; 1896, Bd. 29, S. 221. — Nouv. ann. de la constr. 1895, S. 185; 1897, S. 178. — Haarmann's Zeitschr. f. Bauhandw. 1895, S. 107, 116, 124. — Engng. news 1895 II, S. 342. — Engineering 1896 I, S. 13; 1896 II, S. 670. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 256, 346, 413. — Engineer 1897 II, S. 271.

R. Mettler und H. Staub, Verbrennungsanlagen für Haus- und Strafsenkehricht. Schweiz. Bauz. 1896 I, S. 140. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 256, 346, 365, 381, 413, 432, 452.

J. H. Vogel, Die Verwertung der Abfallstoffe. Deutsche Bauz. 1896, S. 263, 271.

Müllverbrennungsofen D. R. P. Kl. 24, No. 84467. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1896, S. 158.

Versuche mit dem Verbrennen des Kehrichts in Paris. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1896, S. 525.

Fuertes, Müllverbrennung. Engng. record 1897, Mai, S. 469, 488, 533; Juli, S. 140.

Müllverbrennung in Leyton. Engineer 1898 I, S. 115.

Müllverbrennungsanlagen in Edinburgh. Engineer 1898 II, S. 200.

Müllschmelze nach Wegener, Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 589, 752. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 327. — Gesundh.-Ing. 1900, S. 242. — Zentralbl. d. Bauverw. 1899, S. 244.

Unna, Über Müllverbrennung. Deutsche Bauz. 1898, S. 232, 237.

Ergebnisse der Müllverbrennung in Berlin. Gesundh.-Ing. 1898, S. 108. — Deutsche Bauz. 1898, S. 66.

Hausmüllverwertung in München. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 598.

Kehrichtverbrennung in San Franzisco. Scient. amer. 1898 II, S. 260. — Génie civil 1900, Bd. 37, S. 190.

Englische Verbrennungsöfen für Müll. Engineering 1898 I, S. 179, 212; 1898 II, S. 202, 342; 1900 II, S. 383, 653. — Engineer 1898 II, S. 43, 202, 870.

Scheitern der „Müllschmelze" in Berlin wegen zu hoher Kosten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 258.

Verbrennungsöfen für kleinere und gröfsere Krankenhäuser. Gesundh.-Ing. 1900, S. 396.

Die Müllverbrennungs- und Elektrizitätswerke in London. Zentralbl. d. Bauverw. 1900, S. 85.

Müllverbrennungsanstalt für Zürich. Gesundh.-Ing. 1900, S. 96. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 439; 1902, S. 429. — Schweiz. Bauz. 1902 II, S. 115.

Oppermann, Beseitigung der Haus- und Strafsenabfälle in den Städten, insbesondere durch Verbrennen. Techn. Gemeindebl. 1902, Febr., S. 305, 340.

Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe in Hamburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 30.

Verbrennungsofen für Kehricht in Milwaukee. Engng. news 1902 I, Beilage, 23. Jan.

Neuer Verbrennungsofen für Kehricht. Génie civil 1902, Bd. 41, S. 7.

Verbrennungsofen in New-York. Engng. news 1902 I, S. 314.

Über Müllverbrennung in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 533; 1904, S. 329 u. 348.

Müllverbrennungsanlage in Shoreditch. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1904, S. 1395.

Müllverbrennungsofen mit einem einzigen grofsen Feuerraum. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1904, S. 1861.

Errichtung einer Müllverbrennungsanstalt in Kiel. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 568.

Fluck, Die städtische Kehrichtverbrennungsanstalt im Hard in Zürich. Schweiz. Bauz. 1905, Bd. 45, S. 31.

Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe in Hamburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 59.

Uhlfelder, Müllverbrennung in England. Deutsche Bauz. 1905, S. 274.

Englische Anlagen für Müllverbrennung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 328 u. 345. — Engng. news 1905 I, S. 405.

Bewegliche und andere kleinere englische Müllverbrennungsanlagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 626.

Müllvernichtung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 6 u. 26.

Müllofen in Westmount, P. O. Engng. news 1906 I, S. 586.

Müllverbrennungsanlage in Wiesbaden mit Dörr'schem Ofen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1906, S. 1641. — Gesundh.-Ing. 1906, S. 537—544.

Müllverbrennungsanlage nebst Elektrizitätswerk bei Westmount (Kanada). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 387.

3. Müll- und Kehrichtwagen und sonstige Förderbehälter und Vorrichtungen zur Müllbeförderung.

Geigers Schlamm-Abfuhrwagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 13.

Kehrichtwagen mit Planabdeckung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 349.

Siebvorrichtung zur Sonderung des Strafsen- und Hauskehrichts. Engng. news 1890, Bd. 23, S. 242.

Kehrichtsammelwagen mit Aufsatzcylindern, D. R. P. No. 53 770. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 247.

Strafsenreinigungswagen von Flanigan in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 247.

Kehrichtabfuhr mittels Eisenbahnwagen in Budapest. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 465.

Kehrichtwagen der Firma Lebach & Cie. in Köln a. Rh. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 392.

Kehrichtwagen der Kehricht-Gesellschaft zu Neu-Orleans. Génie civil 1894, S. 250. — Engng. news 1894 I, S. 180, 404.

Säcke zur Aufnahme der Aschenabfälle in den Häusern von New-York von E. Waring. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 331.

Vierräderige Kippwagen zur Hausmüllbeseitigung in Chicago. Engng. news 1895 II, S. 218.

Wagen für die staubfreie Müllabfuhr in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 72.

Staubfreies Verladen von Hausmüll in Schiffen. Gesundh.-Ing. 1897, S. 39. — Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 347. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 13.

Patentwagen zum Sammeln von hauswirtschaftlichen Abfallstoffen, D. R. P. No. 79 862 von S. L. Kinsbrunner in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 544. — Tiefbau 1895, S. 222. — Zentralbl. d. Bauverw. 1896, S. 120. — Gesundh.-Ing. 1898, S. 329. — Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen. Wochenausg. 1898, S. 765.

Schiff mit Bodenklappen für die Aufnahme der Abfallstoffe in New-York. — Revue techn. 1898, S. 241.

Der Kehrichtwagen „Salubritas". Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 830. — Baugewerksztg. 1899, S. 136.

Kehrichtsammelwagen von Schubauer. Baugewerksztg. 1898, S. 1502. — Uhlands techn. Rundsch. 1899, Sept. S. 70.

Eimer zum Einsetzen in die Strafseneinfallschächte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 115.

Wechselsäcke aus Asbest zur Müllabfuhr in Charlottenburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 131.

Ein praktischer Müllabfuhrwagen mit selbsttätiger Kippvorrichtung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 623.

VIII. Unterhaltung und Verwaltung städtischer Strafsen.

(Zu § 16, vergl. auch unter B. 1, „Fahrbahnbefestigung", S. 364 ff.)

Die Jahreskosten der Strafsenunterhaltung. Engineering 1879, Mai, S. 404. — Engineer 1879, Juni, S. 411. — Zeitschr. f. Bauk. 1879, S. 481.

Beitrag der „grofsen Berliner Pferdebahn" zu den Neubau- und Unterhaltungskosten der städtischen Strafsen in Berlin. Berliner Kommunalbl. 1881, Anlage.

Dietrich, Berliner Strafsenbau und Strafsenbetrieb. Baugewerksztg. 1883, S. 263, 279, 299, 313, 333, 349, 367.

Dietrich, Die Kosten der Strafsenpflasterungen und die bezüglichen Annahmen der Berliner Stadtverwaltung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1884, S. 360, 366.

Die Unterhaltung der Strafsen und die Anlage unterirdischer Bergungskanäle. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1885, S. 151. — Engineer 1885 I. S. 189.

Über Unterhaltung der Petersburger Strafsen. Zentralbl. d. Bauverw. 1887, S. 152.

Strafsenbau und Unterhaltung der öffentlichen Wege Dresdens. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1889, S. 36; 1893, S. 50.

Strafsenunterhaltungskosten in Leipzig. Deutsche Bauz. 1891, S. 204.

Vom Tiefbauwesen der Stadt Berlin. Deutsche Bauz. 1892, S. 21. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 99, 115, 131; 1894, S. 33.

Frühling, Über Regen- und Abflufsmengen für städtische Entwässerungskanäle. Zivil-Ing. 1894, S. 539.

Die Unterhaltung und Reinigung der Strafsen Wiens. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 193.

Die Verwaltung der Stadt Nottingham in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 90.

Mitteilungen aus den Geschäftsberichten der Stadt Frankfurt a. M. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 411; 1899, S. 565.

Verwaltungsberichte des Tiefbauamtes zu Dresden. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 149, 187, 207, 240.

Aus dem Jahresbericht der Stadt Charlottenburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 134, 149.

Pinkenburg, Das Bauwesen der Stadt Berlin. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 55, 72, 81, 105, 129.

Vergleichende Übersicht der von der Stadt Berlin im Geschäftsjahr 1898/99 zur Verwendung gelangten Strafsenbaumaterialien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 97.

Verwaltungsbericht des Magistrates zu Berlin für 1900. Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 118.

Strafsenreinigungs- und Fuhrparks-Verwaltung in Frankfurt a. M. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 4, 23.

Wiederherstellung aufgerissenen Pflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 81.

Karl Meier, Die Kanalisation von Paris. Deutsche Bauz. 1902, S. 150 u. 166.

Berechnung der Unterhaltungskosten bei Strafsen und Wegen, nach Engineer in Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 1.

Die Unterhaltung des Asphaltpflasters in amer. Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 343.

Das Auftauen und Durchstemmen gefrorener Strafsenbefestigungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 544.

Kosten der Reinigung der Strafsensinkkasten in Magdeburg. Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 571.

Die Ursachen der Verluste beim städtischen Strafsenbau und ihre Abstellung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 623.

C. Schmid, Zur Unterhaltung der Asphaltstrafsen. Südd. Bauz. 1905, S. 119.

Bau und Unterhaltung der Steinstrafsen mit besonderer Berücksichtigung des Umbaues von Chausseen in Steinstrafsen. Nach Ann. d. travaux publ. de Belgique in Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 347, 359, 410 u. 425.

Strafsenunterhaltung von Brooklyn. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 609.

Ausbesserung von Gufsasphaltstrafsen mit Teermakadam in Rockford. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 119.

E. Bauordnungen, Polizeibestimmungen, Wegegesetzgebung.

a) Einzelhefte und Druckwerke.

Anhaltspunkte für die Verfassung neuer Bauordnungen in allen die Gesundheitspflege betreffenden Beziehungen. Bericht von Prof. Franz Ritter v. Gruber, mit Berücksichtigung der Ergänzungen von Dr. Max Gruber. Wien 1893.

Grundlagen für die Verfassung einer neuen Bauordnung der K. K. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien, herausgegeben vom Österr. Ing.- u. Arch.-Ver. Wien 1894.

C. Baltz, Preufsisches Baupolizeirecht. Berlin 1897, 2. Aufl. 1900.

A. Germershausen, Das Wagerecht und die Wegeverwaltung in Preufsen. Berlin 1900/02.

J. Stübben, Die Bedeutung der Bauordnungen und Bebauungspläne für das Wohnungswesen. Göttingen 1903.

Baupolizeiliche Mitteilungen, Monatsschrift, herausgegeben von Senator Dr. Plattner. Hannover 1904.

Th. Oehmcke, Bauordnungen für Grofsstadterweiterungen und Weiträumigkeit. Berlin 1906.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

Das neue preufsische Gesetz, betreffend die Anlegung und Veränderung von Strafsen und Plätzen in Städten und ländlichen Ortschaften vom 2. Juli 1875. Deutsche Bauz. 1875, S. 413.

Anwendung des preufsischen Fluchtliniengesetzes vom 2. Juli 1875. Deutsche Bauz. 1880, S. 190; 1881, S. 180. — Zentralbl. d. Bauverw. 1881, S. 112. — Baugewerksztg. 1881, S. 276.

Verhandlungen über die Umarbeitung der Berliner Baupolizei-Ordnung. Rombergs Zeitschr. f. d. Hochbauw. 1881, S. 136.

Allgem. Bauordnung für das Grofsherzogtum Hessen. Zentralbl. d. Bauverw. 1881, S. 119.

Neue Bauordnung für Paris. Gaz. d. arch. et du bâtiment 1881, S. 94.

Grundsätze bei der Wertabschätzung von städtischen Grundstücken und Vorgärten. Rombergs Zeitschr. f. d. Hochbauw. 1881, S. 523, 550, 582.

Errichtung von Gebäuden, welche Städten zur Unzierde gereichen. Zentralbl. d. Bauverw. 1882, S. 446.

Entschädigungsansprüche der Anlieger bei Verlegung öffentlicher städtischer Strafsen. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 368.

Rechtsgiltigkeit eines Bebauungsplanes. Zentralbl. d. Bauverw. 1883, S. 320.

Die Verpflichtung der Hauseigentümer zur Erhaltung der Bürgersteige. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 346. — Zentralbl. d. Bauverw. 1883, S. 445.

Die rechtlichen Verhältnisse bei Höherlegung eines Strafsendammes und Fufsweges. Baugewerksztg. 1883, S. 284.

Feststellung der Fluchtlinie und Abänderung des preufsischen Strafsenfluchten-Gesetzes vom 2. Juli 1875. Deutsche Bauz. 1885, S. 228, 531.

Bauordnung von New-York. Revue d'hygiene 1886, S. 320. — Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. 1887, Suppl. S. 93.

Bauordnung von Königsberg vom 10. März 1887. Baugewerksztg. 1887, S 249.

Die neue Bauordnung der Stadt Rom. Zentralbl. d. Bauverw. 1887, S. 344, 352. — Gesundh.-Ing. 1888, S. 565.

Zusammenstellung der Bauordnungen zahlreicher Städte. Wochenschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1889, S. 185. — Deutsche Bauz. 1889, S. 193.

Das Bauen an nicht regulierten Strafsen. Deutsche Bauz. 1890, S. 59.

Bauordnung für Karlsruhe. Baugewerkszeitg. 1890, S. 945, 963.

Dr. Hilse, Die rechtliche Verpflichtung zur Anlage und Erhaltung von Strafsen. Baugewerksztg. 1890, S. 323.

Bauordnungen und Verbreitung von Krankheiten in Städten. Deutsche Bauz. 1891, S. 63.

Neue Bauordnung für Frankfurt a. M. Deutsche Bauz. 1891, S. 373.

Zum Erlasse der neuen Bauordnung für die Vororte Berlins. Deutsche Bauz. 1892, S. 6, 24, 99, 130.

Über Abstufung der Bauordnung bei Städten und Vorstädten. Zentralbl. d. Bauverw. 1893, S. 234.

Unterschied der Bauordnung für das Stadtinnere und die Aufsenbezirke. Vorträge von Oberbürgermeister Adickes und Prof. Baumeister. Gesundh.-Ing. 1893, S. 489. — Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. 1894, S. 13.

Badischer Gesetzentwurf über die Regelung von Baugrundstücken. Zentralbl. d. Bauverw. 1893, S. 584.

Zur Frage der Bauordnung für die Vororte Berlins. Deutsche Bauz. 1893, S. 584; 1894, S. 29, 131.

Hygiene und Bauordnung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 424.

Baumeister, Eine neue Regel für das Mafs der Ausnutzung von Bauplätzen. Zentralbl. d. Bauverw. 1894, S. 422, 440.

Baupolizeiordnung für Vororte. Baugewerksztg. 1894, S. 1265.

Feststellung der Bebauungsfläche. Baugewerksztg. 1894, S. 1266.

Dritter Nachtrag der Baupolizeiordnung von Berlin. Zentralbl. d. Bauverw. 1894, S. 219.

Änderung der Bauordnung für die Vororte von Berlin vom 5. Dez. 1892. Zentralbl. d. Bauverw. 1894, S. 240. — Baugewerksztg. 1895, S. 1117.

Zonenbauordnung für Hamburg. Baugewerksztg. 1894, S. 564.

Baupolizeiordnung für die Städte des Regierungsbezirkes Köln vom 20. März 1894. Deutsche Bauz. 1894, S. 254.

Neue Baupolizeiordnung für die Städte des Regierungsbezirkes Potsdam vom 1. Dez. 1894. Deutsche Bauz. 1895, S. 83.

Das Londoner Strafsen- und Baugesetz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 251.

Rehlen, Eine neue Regel für das Mafs der Ausnutzung von Bauplätzen. Zentralbl. d. Bauverw. 1895, S. 14.

Gesetzliche Regelung der Anlage von Privatstrafsen in Paris. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1895, S. 527.

Neue Bauordnung für München. Deutsche Bauz. 1895, S. 618.

Das Strafsengrundbuch. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 499.

Neues Kunststrafsengesetz im Grofsherzogtum Hessen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 254.

Neue Bauordnung für Frankfurt a. M. Deutsche Bauz. 1896, S. 234. — Zentralbl. d. Bauverw. 1896, S. 203.

Abgestufte Bauordnung für Magdeburg. Deutsche Bauz. 1896, S. 255.

Zusammenlegung und Neuteilung von Brotterode im Sinne des Adickes'schen Gesetzentwurfes. Deutsche Bauz. 1896, S. 169.

R. Baumeister, Das badische Gesetz über die Umlegung von Baugrundstücken. Zentralbl. d. Bauverw. 1896, S. 262. — Deutsche Bauz. 1896, S. 164.

Vorschriften über die Anlegung und den Anbau neuer Strafsen in Hamburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 287.

Rechtsverhältnis zwischen Käufer und Verkäufer eines Grundstücks hinsichtlich der zum Strafsenbau zu leistenden Anliegerkosten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 368.

Die neue Baupolizeiordnung für Berlin. Deutsche Bauz. 1897, S. 427, 489. — Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 369. — Baugewerksztg. 1897, S. 317.

Die neue Baupolizeiordnung für die Vororte von Berlin. Deutsche Bauz. 1897, S. 494. — Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 385.

Die Strafsenbauordnung für die Stadt Dresden. Baugewerksztg. 1897, S. 809.

Der Entwurf eines Gesetzes über Zonen-Enteignung in Basel. Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 323.

Zonen-Enteignung an der neuen Schwurplatzbrücke in Budapest. Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 521.

Recht der Anlieger bei einer Tieferlegung der Strafse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 115; 1898, S. 347.

Bebauungspläne und Bauvorschriften für die Städte im Königreich Sachsen. Deutsche Bauz. 1897, S. 317. — Gesundh.-Ing. 1897, S. 168. — Baugewerksztg. 1898, S. 1342.

Zonenbauordnung für Halle a. S. Zeitschr. f. Arch.- u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 702. — Baugewerksztg. 1898, S. 1065.

Abtretung von Vorgärten zur Verbreiterung von Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 549.

Anbauten an Chausseen und Landstrafsen. Deutsche Bauz. 1898, S. 127.

Mängel im Wegebau der preufsischen Staatsforstverwaltung und diesbezügliche Ministerialverfügung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 357.

Entwurf zu einer Ortsbauordnung im Königreich Sachsen. Deutsche Bauz. 1899, S. 249.

Anforderungen an eine anbaufähige Strafse im Sinne des Fluchtliniengesetzes. Deutsche Bauz. 1899, S. 347; 1900, S. 383.

Entschädigung der Hauseigentümer bei Veränderung der Höhenlage einer Strafse. Deutsche Bauz. 1899, S. 467.

Verpflichtung der Strafsenanlieger zu Beiträgen bei Strafsenverbesserungen und Neuanlagen. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1899, S. 185. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 45; 1900, S. 226, 243, 257, 281. — Bauing.-Zeitg. 1900, S. 43. — Deutsche Bauz. 1899, S. 47, 419; 1900, S. 15, 400.

Entwurf eines neuen Baupolizeigesetzes für Hamburg. Deutsche Bauz. 1900, S. 105, 170.

Das neue allgemeine Baugesetz für das Königreich Sachsen. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1900, S. 181.

Neubearbeitung der Bauordnung für Hannover. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1900, S. 386.

Goecke, Entwurf einer Staffelbauordnung für München. Deutsche Bauz. 1900, S. 575.
Revision der Berliner Bauordnung. Deutsche Bauz. 1901, S. 107.
Entwurf eines Gesetzes betreffend die Umlegung von Grundstücken in Frankfurt a. M. Techn. Gemeindebl. 1901, S. 359.
Lammers, Strafsen und ihre Bebauung in Beziehung zum preufsischen Fluchtliniengesetz. Deutsche Bauz. 1901, S. 532.
Städterweiterung und Bauordnung in Mannheim. Techn. Gemeindebl. 1901, Nov., S. 241. — Zentralbl. d. Bauverw. 1901, S. 429.
Unterscheidung von Strafsenflucht und Bauflucht. Zentralbl. d. Bauverw. 1901, S. 398, 438.
Ortsgesetze über Beiträge zu gemeinschaftlichen Strafsenanlagen u. s. w. Techn. Gemeindebl. 1901, Dez., S. 278.
Schilling, Die Abstufung der Bauordnungsvorschriften zur Erleichterung des Baues kleiner Häuser. Techn. Gemeindebl. 1902, Jan., S. 290.
Ruprecht, Aus der neuen Bauordnung der Stadt Hannover. Techn. Gemeindebl. 1902, Febr., S. 321.
Anliegerbeiträge zu den Strafsenbaukosten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 262.
Rechtliche Feststellung des Begriffs „Kunststrafse". Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 203.
Neue Strafsenordnung für Hamburg. Daselbst 1902, S. 351.
Österr. Bauordnung u. s. w. Deutsche Vierteljahrschr. f. öffentl. Gesundheitspfl. 1902, Bd. 34, S. 529.
Enteignungsgesetze und Lageplan, Vortrag von Camillo Sitte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb 1903, S. 279.
Die neue Bauordnung für die Stadt Posen. Deutsche Bauz. 1903, S. 331.
Die neue Baupolizeiordnung vom 21. April für die Vororte von Berlin. Deutsche Bauz. 1903, S. 290. — Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 234, 261.
Die städt. Bauordnung im Dienste der öffentlichen Gesundheitspflege. Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 636.
Baupolizeigesetz der Stadt Hamburg vom 23. Juli 1882 und die nachträglich erlassenen Ergänzungen. Deutsche Bauz. 1903, S. 434.
Dienstinstruktionen für die K. K. Strafsenmeister. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 535.
Das Chausseegeld. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 428.
Die in allen Ländern bestehende Strafsen- und Kleinbahn-Gesetzgebung. Daselbst 1904, S. 444.
Zum Entwurf einer neuen Bauordnung für Dresden. Deutsche Bauz. 1904, S. 502.
Die Münchener Staffelbauordnung. Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 638. — Deutsche Bauz. 1904, S. 538.
J. Stübben, Baupolizeiordnung und künstlerische Mannigfaltigkeit. Deutsche Bauz. 1905, S. 129.
Wohnungsfrage und Bauordnung. Bauing.-Zeitg. 1905, S. 130.
Verfahren bei Streitigkeiten über die Herstellung einer Ortsstrafse. Württemb. Bauz. 1905, S. 246.
Die neuen Bauvorschriften für die Stadterweiterung von Ulm a. D. Deutsche Bauz. 1905, S. 218. — Zentralbl. d. Bauverw. 1905, S. 248.
Die Berücksichtigung von Kinderspielplätzen in den Bauordnungen. Zentralbl. d. Bauverw. 1906, S. 444.
Die neue Bauordnung und die neuen Ortsgesetze für die Stadt Dresden. Zentralbl. d. Bauverw. 1906, S. 373.
Th. Oehmcke, Bauordnungen für Grofsstadterweiterungen und Weiträumigkeit. Techn. Gemeindebl. 1906, Nr. 4 bis 6.

F. Statistik der Strafsen und des Verkehrs.

Die Anzahl der öffentlichen Fuhrwerke Berlins im Sept. 1880. Deutsche Industriezeitg. 1881, S. 116.
Zusammenstellung der Strafsenabmessungen Berlins. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 426.
Die Kosten des Berliner Strafsenpflasters. Baugewerksztg. 1881, S. 5.
Die Gröfse der Pflasterflächen Wiens. Bautechniker 1881, S. 362.
Die Verkehrsverhältnisse Londons. Zentralbl. d. Bauverw. 1882, S. 401.
Strafsenlängen verschiedener Städte. Wochenbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 34.
Die Gröfse der Berliner Pflasterflächen. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1882, S. 95; 1883, S. 97, 540.
Die Strafsenlängen von Paris. Gaz. des arch. 1883, S. 234.
Einnahmen aus Vermietung von öffentlichen Strafsen-, Platz- und Gartenflächen in Paris. Zeitschr. f. Bauk. 1884, S. 417. — Schweiz. Bauz. 1884 I. S. 18.
Die Strafsenlängen und Strafsenkreuzungen Londons im Jahre 1884. Gesundh.-Ing. 1884, S. 762. — Wochenschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1885, S. 116.
Der Tagesverkehr auf der Strafsenkreuzung vor dem Mansionhouse und der Bank von England in London. Scient. amer. Suppl. 1885, Febr., S. 7632.

Die Längen der asphaltierten Strafsen verschiedener Städte. Engng. news 1885 I. S. 186.
Beobachtungen über Strafsenverkehr. Transact. of the amer. soc. of civ. eng. 1886, S. 123.
Statistische Mitteilungen über das Berliner Strafsenwesen für 1885/86. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1886, S. 51.
Berliner Strafsenverkehr. Deutsche Bauz. 1886, S. 524.
Der Umfang der Strafsenpflasterungen in Paris. Schweiz. Bauz. 1887 II. S. 61. — Zentralbl. d. Bauverw. 1887, S. 324.
Die Entwickelung städtischer Verkehrsmittel. Wochenbl. f. Bauk. 1887, S. 506, 515.
Der Umfang der Strafsenpflasterung in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1888, S. 43.
Die Gröfse des Strafsenverkehrs in Stuttgart. Deutsche Bauz. 1888, S. 612.
Die Länge der Berliner Strafsen und die Gröfse der Pflasterflächen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 8, 200.
Statistisches über Pflasterarten in England und Amerika. Builder 1890, Bd. 59, S. 199 bis 207.
Die Gröfse der Pariser Parkanlagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 106.
Die Gröfse des Strafsenverkehrs in London und die Verkehrs- und Beförderungsmittel. Engng. news 1890 II. S. 17. — Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 119, 484. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 222, 370.
Elektrischer Betrieb im Londoner Strafsenverkehr. Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 455.
Die Flächengröfsen der verschiedenen Pflasterarten Londons. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 416.
Der Strafsenverkehr in Berlin. Zentralbl. d. Bauverw. 1891, S. 184. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 23, 42.
Kosten städtischer Asphaltierungen u. s. w. in europäischen Städten, insbesondere Italiens. Il Politechnico 1891, S. 89.
Statistik der Unglücksfälle durch Strafsenfuhrwerk. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 302.
Die Gröfsen der Strafsenflächen in Leipzig. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 208.
Die Verletzungen und Tötungen im Londoner Strafsenverkehr. Zentralbl. d. Bauverw. 1892, S. 224.
Der Strafsenverkehr in Paris im Jahre 1891. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 387.
Der Umfang der Pariser Pflasterungen, insbesondere die Entwickelung des geräuschlosen Pflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1892, S. 421.
Die Kosten der Berliner Neupflasterungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 95.
Die Verkehrsverhältnisse in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1893, S. 213.
J. Hobrecht, Die Entwickelung der Verkehrsverhältnisse in Berlin. Berlin 1893.
Die Unfälle auf den Strafsen Londons. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 420.
Denkschrift, betr. die Verkehrsanlagen Wiens und seiner Umgebung. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1894, S. 500.
Umfang der Pflasterungen und Chaussierungen, Aufwendungen für Strafsenbau und Strafsenreinigung in vielen deutschen Städten, tabellarisch zusammengestellt. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 241.
Statistische Angaben über die Leistung der Dampfwalzen in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 520.
Der Umfang des Personenverkehrs in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 132.
Das Wachstum der Städte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 300.
Über das rasche Anwachsen von London. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 578.
Verkehrseinrichtungen in gröfseren Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1895, S. 515, 585, 601; 1896, S. 7, 26, 306.
Die Bevölkerungszunahme und das Anwachsen Berlins und seiner Vororte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 178, 269.
Vergleichung von Strafsenbahnkosten. Stahl und Eisen 1896, S. 42, 90.
Fr. v. Emperger, Der Schnellverkehr innerhalb amerikanischer Grofsstädte. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 348, 360. — Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1896, S. 394—397.
Wagenverkehr in Frankfurt a. M. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 2.
Einführung optischer Signale zur Regelung des Wagenverkehrs in den Strafsen Londons. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 16.
Zusammenstellung über die Zunahme der Bevölkerung in den Grofsstädten während des laufenden Jahrhunderts. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 267.
Länge der Strafsen in den Grofsstädten. Deutsche Bauz. 1897, S. 392.
Länge der französischen Nationalstrafsen im Jahre 1897. Ann. des ponts et chaussées 1897 II. S. 377.

Statistische Angaben über Strafsenbesprengung, Kehrichtabfuhr u. s. w. in Charlottenburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 151.

Statistisches vom Bau und der Unterhaltung russischer Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 400.

Gröfse des Londoner Strafsenverkehrs. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1898, S. 397.

Pinkenburg, Berliner Verkehrsverhältnisse. Deutsche Bauz. 1898, S. 391.

Verkehrsunterbrechungen durch Strafsenarbeiten. Deutsche Bauz. 1898, S. 427.

Dietrich, Regelung des Verkehrs auf dem Platze vor der Bank von England in London. Deutsche Bauz. 1899, S. 248.

Die Verkehrsordnung und der Verkehr auf den Strafsen und Fufswegen Londons. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 325, 341; 1900, S. 527.

Vergleichende Darstellung des Fuhrwerksverkehrs in Berlin, Wien, Paris und London. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 202.

Ausgaben und Einnahmen der braunschweigischen Staatsstrafsen und Kommunikationswege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 376.

Die Verkehrsgefahren des Potsdamer Platzes in Berlin und die Verkehrsanhäufungen in Grofsstädten, ihre Ursachen und Gefahren. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 15, 19, 35, 159.

Statistische Mitteilungen über die Strafsenreinigung in Berlin. Techn. Gemeindebl. 1901, Bd. 4, S. 345.

Regelung des Transport- und Verkehrswesens in den modernen Grofsstädten durch Neuordnung der Strafsenzüge. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 485, 501.

R. Iszkowski, Die Anforderungen des Strafsenverkehrs. Österr. Wochenschr. f d. öffentl. Baudienst 1902, Heft 43 (auch als Sonderabdruck, Wien 1902).

Die Länge der „routes nationales“ in den einzelnen Departements am 1. Jan. 1902. Ann. des ponts et chaussées 1902 II. S. 256.

Statistik der elektrischen Bahnen in Deutschland nach dem Stande vom 1. Okt. 1901. Elektrotechn. Zeitschr. 27. März 1902, S. 262—279; nach dem Stande vom 1. Okt. 1902. Daselbst 1903, S. 540.

Personenverkehr auf den Strafsenbahnen in Brisbane (Queensland) nach Einführung des elektrischen Betriebes. Glasers Ann. f. Gew. u. Bauw. 1903, Jan., S. 30.

Frahm, Die Londoner Verkehrsverhältnisse. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1903, S. 529.

New-York und sein Stadtverkehr. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1903, S. 609, 621.

Schätzung des Strafsenverkehrs zur Beurteilung eines Pflasters, nach Engng. news. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 566.

Statistik von Strafsen und elektrischen Bahnen in den Ver. Staaten. Engng. news 1903 II. S. 248.

Statistik der elektrischen Bahnen in Deutschland nach dem Stande vom 1. Okt. 1903. Elektrotechn. Zeitschr. 21. Juli 1904, S. 617.

Londons überlastete Strafsen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1904, S. 182.

Statistisches über Fahrbahnbefestigungen städtischer Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 403, 443 u. 464.

Gefährdung des Strafsenverkehrs durch Gully-Roste. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 414.

Entwickelung des städtischen Schnellverkehrswesens mit Einführung der Elektrizität. Deutsche Bauz. 1904, S. 475 u. 503.

Zur Regelung des Automobilverkehrs in den Städten und auf dem Lande. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 545.

Der Verkehr in den Hauptstrafsen New-Yorks. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 219.

W. Berdrow, Die Entlastung der Strafsen Chicago's durch eine unterirdische Güterbahn. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 327.

Peter F. Kupka, Londons überraschendste Verkehrsfrage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 426.

Der Einflufs des Verkehrs auf die Dauer und die Kosten der Fahrbahnbefestigungen in Deutschland. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 555, 575, 592, 623, 640.

Vorschlag zur Regelung des Verkehrs auf dem Potsdamer Platz in Berlin. Zentralbl. d. Bauverw. 1906, S. 92.

Literatur-Nachtrag.

Zu Kap. I.

Geschichtliches und Entwickelung des Strafsenbaues.

(Zu § 1, Kap. I.)

a) Einzelwerke und Druckhefte.

G. Bohnsack, Die Via Appia von Rom bis Albano. Wolfenbüttel 1906.

Musset, Die Staubbekämpfung in Stadt und Land. Verlag von M. Hager. Bonn 1910.

F. Loewe, Die Bekämpfung des Strafsenstaubes. Wiesbaden 1910.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

G. Bohnsack, Die Via Appia von Rom bis Albano. Bauztg. für Württemberg u. s. w. 1907, S. 113.

Nessenius, Die Napoleonische Heerstrafse von Wesel nach Hamburg. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen 1907, S. 107.

Dr. E. Petersilie, Die Entwickelung der preufs. Chausseen unter der Herrschaft der Selbstverwaltung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 160, 180, 200, 225, 247, 271, 289, 337, 360, 384, 405, 427, 447, 473, 495, 519, 543.

Dr. Weber, Wege und Eisenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 587 u. 613.

Die Verkehrswege West-Sibiriens. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 254.

Vom I. internationalen Strafsen-Kongrefs in Paris 1908. Deutsche Bauz. 1908, S. 625.

Schoplick, Das Chausseegeld. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 636.

Die Ergebnisse des internationalen Strafsen-Kongresses zu Paris 1908. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 647, 671.

A. Liebmann, Die Pariser Strafsenbauausstellung 1908. Glasers Annalen 1909, Nr. 774, S. 101.

Die auf dem I. internationalen Strafsen-Kongrefs zu Paris 1908 gefafsten Beschlüsse. Glasers Annalen 1910, Bd. 65, S. 223.

Arthur Schaepfer (Vortrag in Brüssel 1910), Der Strafsenbau in der Schweiz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 813, 838.

Van Volsen (Bericht in Brüssel 1910), Unterbau der Fahrdämme. Daselbst 1910, S. 824.

Das konventionelle Signal der Warnungstafeln an Landstrafsen (Bericht in Brüssel 1910). Daselbst 1910, S. 844.

Der II. internationale Strafsen-Kongrefs in Brüssel 1910. Ann. des ponts et chaussées 1911 II. S. 261; III. S. 567.

A. Strafsenfuhrwerke.

(Zu § 2 bis 4, Kap. I.)

a) Einzelwerke und Druckhefte.

Th. Wolff, Vom Ochsenwagen zum Automobil. „Wissen u. Können", Bd. 10. Leipzig 1908.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

Gravenhorst, Das gezogene und ziehende Rad. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen 1907, S. 107.

Nessenius, Die Strafsenbauverwaltungen und die Kraftfahrzeuge. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 115, 136 u. 155.

Nessenius, Die schweren Automobile auf den Chausseen und Landstrafsen der Provinz Hannover. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 358 u. 383.

Über den Einflufs der Felgenbreite der Strafsenfahrzeuge auf die Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 403.

Über die Widerstände der Fahrwerke auf Strafsen verschiedener Beschaffenheit. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 271.

F. Zink, Kraftfahrzeuge in städtischem Betriebe. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 462, 486, 558.

Neminar, Zerstörende Wirkungen schnellfahrender Automobile auf Strafsenversteinungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 591, 613, 654.

Ed. Heirmann, Generalbericht über das rollende Material auf den Strafsen (für Brüssel 1910). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 180, 207 u. 229.

B. Landstrafsen.

(Zu § 5 bis 15, Kap. I.)

a) Einzelwerke und Druckhefte.

H. Knauer, Erd- und Strafsenbau, II. Teil Strafsenbau. Leipzig 1907.

L. E. Andés, Die Beseitigung des Staubes auf Strafsen und Wegen. Wien u. Leipzig 1908.

D. F. Bernhard, Untersuchungen über die Ursachen der Bildung des Staubes auf Steinschlagstrafsen und über Versuche zur Bekämpfung desselben. Leipzig 1908.

R. Krüger, Das Kleinpflaster, herausgegeben von G. Ostwald. Stade 1910.

Alfred Ritter Weber v. Ebenhof, Die Anpassung der Strafsen an die Automobile. Sonderabdruck a. d. österr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst. Wien 1909.

C. Knoll, Taschenbuch zum Abstecken der Kurven an Strafsen und Eisenbahnen, bearb. von W. Weitbrecht. Leipzig 1911, 3. Aufl.

Noll, Zur Vervollkommnung des Kleinpflasters. Berlin 1911.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

1. Trassierung (s. auch I. Bd., I. Kap. „Vorarbeiten“, S. 348).

Über den Einflufs der Breite der Landstrafsen auf deren Sicherheit. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 335.

Wernecke, Die Strafsen der Zukunft. Richtungslinien, Längen- und Querprofile, Kurven, Anforderungen hierzu mit Rücksicht auf Verkehrssicherheit und Automobilverkehr (Bericht für den I. internationalen Strafsen-Kongrefs zu Paris 1908). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 741, 760.

Funk, Einiges über Strafsentrassierungen. Daselbst 1910, S. 121.

H. Lindner, Änderungen in der Plan- und Höhenlage der Strafsen. Daselbst 1911, S. 75.

Georg Klose, Einiges über das Strafsengefälle. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 653.

2. Landstrafsen verschiedener Länder.

Landstrafsen für Automobilverkehr. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 201.

K. M. Meyer, Wegebau und Fuhrwesen in Norwegen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 471.

Ed. Schneider, Die Strafse von Paris nach Laon. Daselbst 1908, S. 419 u. 441.

Eine neun Meilen lange Strafse aus Beton für Automobile (Long-Island, Motor-Parkweg). Engng. record 1908, Bd. 58, S. 342. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 715.

Cassinone, Die Ausstellung des I. internationalen Strafsen-Kongresses zu Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 731, 754; 1909, S. 8, 30, 53, 74, 94.

Harburger, Die gegenwärtige Strafse (Bericht an den I. internationalen Strafsen-Kongrefs zu Paris 1908). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 6, 28.

Eine bemerkenswerte Strafsenanlage. Daselbst 1909, S. 7.

L. Trnka, Die heutigen Strafsen (Bericht an den I. internationalen Strafsen-Kongrefs zu Paris 1908). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 48, 68, 88, 109, 130.

R. v. Bouvard, Das Strafsenwesen in Dalmatien. Allgem. Bauz. 1909, S. 41.

Hefs, Genügen die öffentlichen Strafsen in Deutschland den an sie zu stellenden Anforderungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 630 u. 651.

v. Hartlieb, Die Stilfserjoch-Strafse, ihre Rekonstruktion und Erhaltung in den Jahren 1897—1908. Allgem. Bauz. 1910, S. 55.

Der Wegebau im Staate New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 631.

Paul Etier, Über Schotterstrafsen in der Schweiz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 300 u. 325.

3. Fahrbahnbefestigung, Fufswege, Radfahrwege und Nebenanlagen.

α. Fahrbahnbefestigung.

F. v. Emperger, Halbschotterstrafsen. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 217.

Durchlässe, kleinere Brücken und innere Entwässerung des Chausseeplanums. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 117.

Schotterdecken aus vermischtem Steinmaterial. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 243.

Eigenartige Befestigungsweise von Fahrbahnen durch Abkeilen der Packlage zu Steinen der Decklage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 286.

Über die Anpassung der Landstrafsen an den modernen Verkehr. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 446, 469, 517, 541, 563.

Guglielminetti, Kongrefs zur Anpassung der Strafsen an die modernen Verkehrsmittel, Ende 1908 in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 49.

Die Herstellung von Schotterstrafsen unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen des modernen Verkehrs. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 54.

Die Herstellung und Unterhaltung von Erd- und Kiesstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 465.

Die Aufgaben des modernen Strafsenbaues gegenüber dem Kraftwagenverkehr in Stadt und Land. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 351.

Die Herstellung von Makadamstrafsen. Daselbst 1908, S. 512.

Einflufs der Motorfahrzeuge auf Makadamstrafsen. Engng. record 1908, Bd. 58, S. 353, 400. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 20.

E. Girardault, Die Umdeckung der Chausseen mit Teer-Makadam. Génie civil 1908, Bd. 54, S. 98.

v. Hämisch, Einflufs der Form der Strafsenquerprofile auf die Ableitung der Niederschlagwässer. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 627 u. 650.

Strafsendecke und Kraftwagenverkehr. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 716.

M. Görz, Der Einflufs grofser Aut-Omnibusse auf Chausseen. Zentralbl. d. Bauverw. 1909, S. 305. — Engng. news 1909 II. S. 42.

Die Wirkung des Kraftwagenverkehrs auf Schotterstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 219.

Neue Art der Ausführung der Chausseen u. s. w. Nouv. ann. de la constr. 1909, S. 61.

Dr.-Ing. G. Klose, Über die Gefällsverhältnisse von Strafsenkreuzungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 475.

Th. Kirschstein, Der Bau von Kieschausseen im Kreise Pillkallen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 460, 483, 504, 525.

Über die Ursachen der Abnutzung von Schotterstrafsen durch den Kraftwagenverkehr. Daselbst 1909, S. 526.

Dr.-Ing. G. Klose, Einiges über die Entwässerung des Strafsenkörpers. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 7.

Wegebefestigung aus Sand und Ton. Daselbst 1910, S. 552.

H. Michez, Generalbericht (für den Brüsseler Strafsen-Kongrefs 1910) über Unterbau und Entwässerung der Chausseen. Daselbst 1910, S. 659 u. 680.

C. Guillet, Das Problem der Strafse. Versuch einer neuen Herstellungsweise der Schotterstrafsen für die Ansprüche des Automobilverkehrs. Génie civil 1911, Bd. 58, S. 182.

Sandkamp, Fahrbahnbefestigung auf Wegübergängen in Schienenhöhe. Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1911, S. 46.

Pierret (Bericht für Brüssel 1910), Unterbau und Entwässerung von Chausseen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 14 u. 41.

V. Wernhardt, Über die Anlage von Landwegen auf sumpfigem Wiesenboden. Daselbst 1911, S. 372.

W. Herwig, Die Herstellung und Unterhaltung von Erdwegen. Daselbst 1911, S. 420.

Ch. Lelièvre, Unterbau und Entwässerung der Chausseen (Bericht für den II. Strafsen-Kongrefs in Brüssel 1910). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 445 u. 469.

W. Herwig, Klinkerpflaster für Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 662.

Walter Wilson Crosby, Die Verwendung von Bindestoffen beim Bau von Makadam-Strafsen (Bericht für Brüssel 1910). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 757 u. 783.

β. Kleinpflaster.

Kleinpflasterungen in Ungarn. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 740.

Erwin Stein, Anwendung des Kleinpflasters in städtischen Strafsen. Der Steinbruch 1910, S. 152.

Kleinpflaster auf Unterlagen von Betonprismen. Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 215.

Gravenhorst, Das Kleinpflaster. Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 240.

Gerhardt, Kleinpflaster auf Strafsenbrücken. Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 439.

Das Kleinpflaster in Frankfurt und Wiesbaden. Der Steinbruch 1911, S. 40.

F. Bergwald, Die Verwendung des Kleinpflasters. Der Steinbruch 1911, S. 251 u. 452.

γ. Fufswege, Radfahrwege und Nebenanlagen.

A. Bohnagen, Grenz- und Kilometersteine aus Beton. Zement u. Beton 1908, S. 758.

Kupfer, Umzäunung aus Eisenbeton. Zement u. Beton 1908, S. 807.

Behälter aus Eisenbeton zur Aufnahme von Kleinschlag. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 15.

Hefs, Die Obstbaumpflanzungen an den Chausseen und Landstrafsen in der Provinz Hannover. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 323, 341, 361, 386, 406, 421 u. 441.

C. Unterhaltung, Reinigung und Verwaltung der Landstrafsen.

(Zu § 11 bis 24, Kap. I.)

1. Strafsenbaumaterialien.

Neuere englische Versuche über Abnutzung der Strafsenbaumaterialien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 153.

Ed. Schneider, Der Basalt als Strafsenbaumaterial. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 567, 610 und Der Steinbruch 1909, S. 56 u. 75.

K. Bruno Mros, Strafsenbaumaterialien. Dresden 1908, besprochen in: Der Steinbruch 1909, S. 65.

Grauwacke als Pflastermaterial. Der Steinbruch 1909, S. 81.

Korngröfse des Steinschlags. Der Steinbruch 1909, S. 309.

Cassinone, Hand- oder Maschinensteinschlag? Daselbst 1909, S. 257.

Herstellung der Kleinpflastersteine. Der Steinbruch 1910, S. 81.

Portlandzement als Strafsenbaumaterial. Daselbst 1910, S. 114.

Über Teer als Wegebaumaterial. Daselbst 1910, S. 159.

M. Foerster, Ein neues Verwendungsgebiet von Trass und Kalk im Strafsenbau. Der städt. Tiefbau 1910, S. 335.

Fritz Berger, Die Verwendung von Kies im Strafsenbau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 423.

E. Burghart, Transportbeton im Strafsenbau. Daselbst 1911, S. 699.

Joannini, Über die Verwendung von Portlandzement im Strafsen- und Wegebau. Daselbst 1911, S. 582.

Vorschriften über die Gröfse von Schotter- und Chaussée-Pflastersteinen in Dänemark. Der Steinbruch 1911, S. 387.

J. Haefele, Moderne Schotteranlagen. Der Steinbruch 1911, S. 412.

Zement und Beton im Strafsenbau. Zement und Beton 1911, S. 611 u. 633.

Ed. Schneider, Aufmessung und Überwachung von Lieferungen und Leistungen im Strafsenbau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 723, 747 u. 772.

2. Steinbrechmaschinen und Strafseneggen.

Neue rotierende Steinbrecher. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 311.

Carl Thomas, Neuerungen an Veltens Steinbrecher. Der Steinbruch 1909, S. 14.

Brechbacken für Steinbrecher. Der Steinbruch 1909, S. 148, 170 u. 214.

Steinbrechers Werdegang. Der Steinbruch 1910, S. 268.

Hefs, Die Verbesserung der Steinbrecher. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 53, 77, 336, 361, 386, 409, 433, 457, 482, 502, 527 u. 551, und Der Steinbruch 1911, S. 13, 25, 27, 51, 62, 72, 84, 108, 120 u. 132.

Steinbrecher nach Patent Max Friedrich & Co. in Leipzig-Plagwitz. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1911, S. 16.

Hefs, Versuche mit einem fahrbaren Patent-Steinbrecher. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 39 u. 60.

A. Pons, Geräte und Werkzeuge für den Chausseebau (Steinbrecher, Sprengwagen und Aufreifser). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 86, 108, 131 u. 158.

J. Haefele, Über die Konstruktion von Steinbrechern und deren Einflufs auf die Güte des Steinschlages. Der Steinbruch 1911, S. 229.

Hefs, Ein Beitrag zur Verbesserung der Steinbrecher. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 252, und Der Steinbruch 1911, S. 646.

3. Strafsenwalzen.

Eine automobile Strafsenwalze. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 637.

4. Strafsenstaub, Staubbekämpfung und Strafsenreinigung.

(Vergl. auch Literatur-Nachtrag zu Kap. II, unter D., III. u. IV., S. 413.)

Versuche über Strafsenteerung. Schweiz. Bauztg. 1907 I. S. 203.

Über den gegenwärtigen Stand der Teerungsfrage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 203.

Denkschrift der französischen Studienkommission zur Unterdrückung des Staubes und zur Erhaltung der Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 223 u. 245.

Die zeitige Lage der Teerfrage in der Rheinprovinz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 401.

Thomas Aitken, Die Teerung der Makadam-Strafsen. Engng. news 1907 II. S. 206.

Erfahrungen mit Strafsenteerung im Kanton Baselland (Steinkohlenteer günstiger als Westrumit). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 460, 484. — Schweiz. Bauz. 1908 I. S. 40.

Über den Einflufs der Ausführungsart bei Strafsenteerungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 91.

A. Eisenlohr, Das Teeren von Steinschlagstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 75.

Anwendung von Teer auf den Steinschlagstrafsen. Génie civil 1908, Bd. 52, S. 268.

Neuere Versuche mit dem Teeren chaussierter Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 358.

Lipps, Denkschrift über das Teeren der chaussierten Distriktstrafsen. Daselbst 1908, S. 594.

K. Spiefs, Über die Verwendung von Öl und Teer zur Staubbekämpfung auf Schotterstrafsen im Grofsherzogtum Baden. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 696.

Franze, Erfahrungen bei der Teerung von Makadamstrafsen in Leipzig in den Jahren 1904 bis 1907. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 711.

Hefs, Der Gebrauch von Teer zum Schutz der Steinschlagbahnen der Kunststrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 717 u. 743.

Amtlicher Bericht der obersten amerikanischen Wegebaubehörde über die Staubbekämpfung auf chaussierten Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 16, 36, 56, 76, 96, 114, 135, 177, 199.

Das Teeren der Strafsen. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1909, S. 46.

Über neuere Versuche der Staubbekämpfung mit Ammoniakabwässern in der Umgebung von Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 301.

Ein einfacher Strafsenteerungsapparat und Prüfung von Teer zu Strafsenbauzwecken. Daselbst 1909. S. 302.

M. Görz, Die bisherigen Ergebnisse der Teerungen auf den Rheinischen Provinzialstrafsen bis Frühjahr 1908. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 387. — Deutsche Bauz. 1909, S. 246.

Strafsenteerung in der Schweiz. Schweiz. Bauz. 1909 I. S. 183.

Erfahrungen mit Teer und anderen Materialien zur Verhinderung der Staubbildung auf Schotterstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 499.

Die Probeteerungen an der Havel-Chaussee in der Umgebung Berlins 1909. Daselbst 1909, S. 549.

Die Verwendung von Teer beim modernen Wegebau. Daselbst 1909, S. 592; 1910, S. 8.

Hefs, Die Schutzdecken der Steinschlagbahnen aus Teermakadam. Daselbst 1909, S. 610.

Die Staubbekämpfung auf dem I. internationalen Strafsen-Kongrefs zu Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 733; 1910, S. 13 u. 34.

Staubfreie „Kiton"-Makadam-Strafsen. Schweiz. Bauz. 1910 II, S. 158.

Funk, Die Rentabilität von Chausseeteerungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 277.

Henning, Der Teerschotter und seine Anwendung. Daselbst 1910, S. 317, 338, 362, 383, 407, 429 u. 455.

Cassinone, Ein Beitrag zur Innenteerung. Daselbst 1910, S. 319.

Staubbekämpfung und Bindestoffe für Schotterdecken. Daselbst 1910, S. 424.

Herrichtung der Strafsen in Bezug auf ihre Anpassung an die neuen Verkehrsmittel (Bericht vom II. internat. Strafsen-Kongrefs in Brüssel 1910). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 449.

Lipps, Denkschrift über die Behandlung der chaussierten Distriktstrafsen mit Teer. Daselbst 1910, S. 479.

R. Drummond u. G. Macquet, Generalbericht für den Brüsseler Kongrefs 1910 über Verwendung von Bindemitteln in der Herstellung von Schotterstrafsen, Fortschritte in der Bekämpfung des Staubes und Verminderung der Abnutzung. Daselbst 1910, S. 600, 712, 741 u. 766.

Über die Verwendung von bituminösen Bindemitteln bei der Herstellung von Kiesdecken. Daselbst 1910, S. 659.

Bruno Werner, Die Verwendung von Teer und verwandten Stoffen zur Staubbekämpfung auf Schotterstrafsen. Daselbst 1910, S. 796.

Staubfreie Strafsen in europäischen Ländern. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 798.

Ergebnis der Probeteerungen auf der Havel-Chaussee im August 1909. Daselbst 1911, S. 277.

Guglielminetti, Vorteile des Teerens der Chausseen. Génie civil 1911, Bd. 59, S. 249. — Süddeutsche Bauztg. 1911, S. 315.

Hefs, Vorschläge zur Erreichung einer Staubverminderung auf den Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 349 u. 371.

Allgemeine Vorschriften und Bedingungen des englischen Strafsenamtes betr. Teer beim Wegebau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 396.

Über die Anwendung bituminöser Stoffe bei der Herstellung und Unterhaltung von Schotterstrafsen in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 398.

Staubfreie Strafsen. Zement u. Beton 1911, S. 440.

Henning, Über die Staubbekämpfung und die Unterhaltung der Strafsen aufserhalb der Städte (Vortrag auf dem II. Strafsen-Kongrefs in Brüssel 1910). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 491.

Le Gavrian, Fortschritte in der Herstellung von Schotter- und Pflasterstrafsen, sowie weitere Erfahrungen zur Frage der Staubbekämpfung (Denkschrift auf Grund einer Umfrage bei französischen Wegebaubehörden). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 518, 542 u. 562.

Hefs, Mitteilungen über die Wirtschaftlichkeit von Oberflächenteerungen in Frankreich. Daselbst 1911, S. 684.

Die Landstrafsenbefestigungs- und Staubbekämpfungsfrage in Grofsbritannien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 780, 805, 826, 829 u. 854.

5. Strafsenunterhaltung und Verwaltung.

Die Unterhaltung der Württemb. Staatsstrafsen nebst Teerungsversuchen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 653.

Michael, Über Wegeverwaltung und Wegebau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 762 u. 782.

Schiller, Über Wege-Verwaltung und Wegebau. Daselbst 1908, S. 37, 51, 97, 116, 143 u. 165.

Nessenius, Die Strafsenunterhaltung in der Provinz Hannover. Daselbst 1908, S. 141, 163, 186 u. 212.

Fuchs, Erfahrungen mit dem Decksystem an den Landstrafsen des Grofsh. Baden (Bericht an den Pariser Strafsen-Kongrefs). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 278 u. 298.

Die Unterhaltung der Schotterstrafsen nach dem Flicksystem unter Anwendung einer Dampfwalze mit Sprengvorrichtung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 378.

Blumhardt, Unterhaltung der Strafsen in Elsafs-Lothringen. Daselbst 1909, S. 217.

Funk, Beitragsleistung gröfserer Privatfahrbetriebe zur Unterhaltung öffentlicher Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 71.

Funk, Theorie und Praxis der Chausseeunterhaltung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 99.

Funk, Die Gleisbildung auf Chausseen. Daselbst 1910, S. 140.

Funk, Das Sperrsteinlegen auf Chausseen. Daselbst 1910, S. 234.

O. Willig, Die Unterhaltung chaussierter Strafsen. Daselbst 1910, S. 737.

Voitel, Abnutzung und Ergänzung der Steinschlagdecken auf den Fahrstrafsen. Der städtische Tiefbau 1911, S. 123.

Austin B. Fletscher, Schutzdecken für Makadam-Strafsen (Bericht für den II. Strafsen-Kongrefs, Brüssel 1910). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 710.

Ulrich Heuer, Einige Besonderheiten bei Vergebung von Strafsenbauarbeiten. Daselbst 1911, S. 724.

L. Cornu und E. Camermann, Über verschiedene Materialien für den Bau und die Erhaltung der Chausséen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 735.

Zu Kap. II.

A. Bebauungspläne, städtische Strafsen und Plätze.

(Zu § 1 bis 4.)

a) Einzelwerke und Druckhefte.

Dr.-Ing. W. Moltersdorff, Städtische Verkehrsfragen. Berlin 1907.

G. Kuhtmann, Der Städtebau und die Grundpfeiler der heimischen Bauweise. Dresden 1908.

F. v. Feldegg, Die Platz- und Strafsenanlage von Salzburg. Wien 1909.

Dr. H. Seeger u. E. Cramer, Der Bürgersteigbelag. Berlin 1909.

A. Abendroth, Der Landmesser im Städtebau. Berlin 1909, 2. Aufl.

R. Weder, Der Tiefbau in Städten und Ortschaften. Wiesbaden 1909.

R. Petersen, Städtebauliche Vorträge, Bd. 2, Heft 8. Berlin 1909.

R. Unwin, Grundlagen des Städtebaues. Übersetzt aus dem Englischen von L. Mac Lean. Berlin 1910.

W. Lange, Land- und Gartensiedelungen. Leipzig 1910.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

W. Söhner, Die Arbeiter-Wohnungskolonie in Mannheim-Ludwigshafen. Deutsche Bauz. 1907, S. 358.

F. Genzmer, Der Städtebau (Stübben's Städtebau wird besprochen). Deutsche Bauz. 1907, S. 361.

Ch. Nufsbaum, Die Verringerung der Nachteile der Strafsenbahnen, eine Aufgabe des Städtebaues. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen 1907, S. 195.

Die Bebauungspläne für das Spital-Ackerfeld in Bern. Schweiz. Bauz. 1907 I. S. 260.

A. Zeller, Strafsenflucht und Strafsenwand. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen 1907, S. 339.

H. Volkmann, Rom's Strafsenanlagen seit der Zeit der Renaissance. Schweiz. Bauz. 1907 II. S. 73.

Die Arbeiterkolonie der Firma E. Merck zu Darmstadt. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1907, S. 225.

F. Schumacher, Architektonische Aufgabe der Städte. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1907, S. 250, 258, 265.

Zur Ausgestaltung des Marktplatzes in Chemnitz. Deutsche Bauz. 1907, S. 678.

Zur Frage des Wiener Karlsplatzes. Deutsche Bauz. 1907, S. 690.

Einflufs von Strafsenbauplänen auf Grundstückschätzungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 419.

Die Benutzung der Strafsen und Plätze für bauliche Anlagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 627.

Zur Frage der Abrundung von Strafsenecken in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 779.

Einheitlicher Bebauungsplan für Grofs-Berlin. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1907, S. 219.

E. Fafsbender, Der General-Regulierungsplan der Stadt Villach. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 597 u. 618.

Leers, Strafsenbaupläne. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 8.

Th. Goecke, Ein grüner Gürtel um Grofs-Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 27.

Villenkolonie Friedrichshöhe bei Konstanz. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1908, S. 62.

Gruppe von Arbeiterwohnhäusern der Fabrik von Ulrich Greinder in Reutlingen. Zentralbl. d. Bauverw. 1908, S. 78.

Herstellung neuer Verkehrswege zur Entlastung stark belasteter Strafsen und Plätze in Berlin. Deutsche Bauz. 1908, S. 193.

E. Fafsbender, Ein Grundplan für Grofs-Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 411.

Grofsstädtische Bauordnungen und Städtebau. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1908, S. 262.

Zur Stadterweiterung von Paris. Deutsche Bauz. 1908, 636.

W. Wagner, Bebauungsplan des südlichen Festungsgeländes der Stadt Glogau. Deutsche Bauz. 1908, S. 643.

Zur Umgestaltung des Theaterplatzes in Dresden. Deutsche Bauz. 1908, S. 624 u. 711.

Der Wettbewerb um Grundpläne für die Bebauung von Grofs-Berlin. Zentralbl. d. Bauverw. 1908, S. 594.

Die städtische Bodenaufteilung in England. Zentralbl. d. Bauverw. 1909, S. 81.

Engelbrecht, Der Bahnhofsplatz im Städtebild. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen 1909, S. 57.

Weyrauch, Genereller Bebauungsplan für die Stadt Pfullingen. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1909, S. 75.

Dr.-Ing. J. Stübben, Ein neuer Stadtbauplan für Rom. Deutsche Bauz. 1909, S. 189.

Städtebautechnische Fragen in der modernen Grofsstadt. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1909, S. 34.

Überbauung der Riedtli-Quartiers in Zürich IV. Schweiz. Bauz. 1909 I. S. 325.

Der Wert gekrümmter Strafsen. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1909, S. 279.

Bebauungsplan für Mannheim. Daselbst 1909, S. 305.

Dr.-Ing. Klose, Der Übergang vom zweiseitigen in das einseitige Querprofil in städtischen Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 127.

G. H. de Vries-Brockman, Der Ausgleich von Richtungs- und Gefällwechsel bei den Strafsen der Zukunft. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 138 u. 148.

A. Hofmann, Zur Baugeschichte von Karlsruhe i. B. Deutsche Bauz. 1909, S. 465 u. 474.

J. Stübben, Von der Pariser Stadterweiterung. Deutsche Bauz. 1909, S. 481.

Ausbau der Hundekehlestrafse in Schmargendorf bei Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 455.

R. Baumeister, Die Gartenstadtbewegung. Zentralbl. d. Bauverw. 1909, S. 308.

R. Baumeister, Die einheitliche Bebauung der Elbgegend zwischen Altona und Wedel. Zeitschr. f. Bauw. 1909, S. 439.

O. Marck, Das ehemalige und künftige Berlin in seiner städtebaulichen Entwickelung. Zeitschr. f. Bauw. 1909, S. 462.

Chr. Klaiber, Städteeingänge und Hauptverkehrsstrafsen in alter und neuer Zeit. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1909, S. 345.

Strafsenkreuzungen neuerer Art. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 643.

Städtebaufragen in Karlsruhe. Deutsche Bauz. 1909, S. 657 u. 701.

Zur künstlerischen Ausgestaltung von Grofs-Berlin. Deutsche Bauz. 1909, S. 693.

J. Kocher, Stadtbauliche Betrachtungen. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1910, S. 1.

H. Weber, Umbau der Stuttgarter Altstadt. Südd. Bauz. 1910, S. 1.

Chr. Klaiber, Die perspektivische Wirkung der Renaissance-Plätze Italiens. Deutsche Bauz. 1910, S. 117.

Bechtold, Über Längen- und Querprofile von Neubaustrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910. S. 111.

Städtebau und Bauordnung. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1910, S. 85.

Bechtold, Grundrifsanordnungen von Nebenstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 137.

Bechtold, Über das Quergefälle städtischer Strafsen. Daselbst 1910, S. 185.

Bechtold, Abwickelung der Bordsteine und Gehweghinterkanten. Daselbst 1910, S. 179.
Möstel, Städtebau. Südd. Bauz. 1910, S. 73.
Dr.-Ing. J. Stübben, Stadtbauplan und Bauordnung im Hinblick auf Kleinwohnungen. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 249.
Gartenstadt München-Perlach. Südd. Bauz. 1910, S. 122. — Schweiz. Bauz. 1910 II. S. 340.
Bechtold, Über Neubaustrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 223.
Bechtold, Etwas von Platzanlagen in städtischen Strafsen. Daselbst 1910, S. 248.
H. Goldemund, Beitrag zur Lösung der Karlsplatzfrage. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 270.
A. Abendroth-Friedenau. Örtlichkeit und Bebauungsplan. Der städtische Tiefbau 1910, S. 43, 71 u. 91.
H. Werner, Städtebauliche Grundfragen. Daselbst 1910, S. 127.
Der grofse Strafsendurchbruch in Strafsburg und der Wettbewerb zur Erlangung von Entwürfen für die Umgestaltung des Kleberplatzes. Deutsche Bauz. 1910, S. 522.
Die Kolonie Mongibert in Clarens. Schweiz. Bauz. 1910 II. S. 130.
H. Werner, Die Entwickelung der Stuttgarter Altstadt. Der städtische Tiefbau 1910, S. 145.
Zur Frage der Umgestaltung des Theaterplatzes in Dresden. Deutsche Bauz. 1910, S. 301 u. 355.
Dr. W. Hegemann, Der neue Bebauungsplan für Chicago. Deutsche Bauz. 1910, S. 303, 313, 337 u. 345.
Zwei moderne Quartierpläne in Zürich. Schweiz. Bauz. 1910 I. S. 304 u. 324.
Der Durchbruch der Lindenstrafse nach dem Spittelmarkt in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 375.
Die Ausgestaltung der Querprofile städtischer Strafsen. Daselbst 1910, S. 473 u. 699.
Über konkave und konvexe Querschnittsformen für städtische Strafsen. Daselbst 1910, S. 496.
Ed. Schneider, Vorgärten als städtische Anlage. Daselbst 1910, S. 591 u. 620.
G. Feurer, Festsetzung der Steigungsverhältnisse von Neubaustrafsen, unter Berücksichtigung des späteren Strafsenausbaues. Daselbst 1910, S. 727.
R. Walling, Der Strafsenbau in seinen Beziehungen zu Hochbauten. Daselbst 1910, S. 728.
Wettbewerb für die Umgestaltung des Kleberplatzes in Strafsburg i. E. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1911, S. 25, 33.
Bebauungsplan für das Breiteareal der Stadt Schaffhausen. Schweiz. Bauz. 1911 I. S. 61.
Bebauungsplan für Oberbonsfeld. Schweiz. Bauz. 1911, II. S. 70.
Zur baukünstlerischen Ausgestaltung von Grofs-Berlin. Deutsche Bauz. 1911, S. 138.
Schönheit im Städtebau. Schweiz. Bauz. 1911 I. S. 99.
Vofs, Die hygienische Verbesserung alter Stadtteile. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 220.
Die Gartenstadt Hellerau bei Dresden. Südd. Bauz. 1911, S. 113.
Neue Strafsendurchbrüche in alten Stadtteilen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 390.
Wettbewerb Schillerstrafse-Schlofsgarten in Stuttgart. Bauz. f. Württemb. u. s w. 1911, S. 249.
Persius, Normalbreiten für städtische Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 438.
Rich. Walling, Die Benutzung der Strafsen und Plätze für oberirdische Anlagen. Daselbst 1911, S. 445.
Bebauungsplan Bannfeld-Olten. Schweiz. Bauz. 1911 II. S. 115.
Ideen-Wettbewerb für die Bebauung des „Spiegel"-Areals bei Bern als „Gartenstadt am Gurten". Schweiz. Bauz. 1911 II. S. 170 u. 187.
Dr. H. Kampfmeyer, Gartenstadt und Stadterweiterung. Südd. Bauz. 1911, S. 389.
Dr.-Ing. J. Stübben, Städtebaukunst von heute. Zeitschr. d. Verbandes deutscher Arch.- u. Ing.-Ver. 1912, S. 7 u. 16.

B. Fahrbahnbefestigung.

(Zu § 5 bis 9, Kap. II.)

I. Allgemeines über städtische Pflasterungen und Pflasterungen verschiedener Städte.

Kleinpflaster in München. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 49.
Versuch zur Dämpfung des Geräusches auf der Hochbahn in Chicago. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 205.
Chaussee und Kleinpflaster in Hamburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 511.
Ein neues Bewertungs-System für Fahrbahn-Befestigungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 535.
F. Berger, Über Beton als Pflasterunterbettung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 579, 604.
Über Berliner Pflasterverhältnisse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 603, 647, 673, 699, 715, 757.
Über Strafsenpflaster und Strafsenbauausführungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 227 u. 228.

Pflasterherstellung und Strafsenreinigung. Daselbst 1908, S. 506.
Der Strafsenbau der Stadt Worms im Jahre 1906. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 529.
L. Mazerolle, Über die Ausbildung des Querprofils städtischer Strafsen. Daselbst 1908, S. 69.
Scheuermann, Ein Beitrag zur allgemeinen Anwendung des Kleinpflasters in Stadtstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 292, 316, 337, 357, 376, 397, 437.
N. W. Blair, Die Herstellung und Unterhaltung städtischer Strafsen (Vortrag auf dem Londoner Kongrefs 1909). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 437.
Die Strafsen Kopenhagens. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 67.
Dr.-Ing. G. Klose, Strafsenpflasterungen und ihre Ausführung. Daselbst 1909, S. 687; 1910, S. 291 u. 471.
Beer, Fugenausgufs der Pflasterfugen mit Bitumen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 12.
Pflasterwirtschaft in Hamburg. Daselbst 1910, S. 92.
Pflasterverträge. Daselbst 1910, S. 111.
R. Berndt, Einiges über Pflasterungen von Brückenfahrbahnen. Daselbst 1910, S. 135.
Das Londoner Strafsenpflaster. Daselbst 1910, S. 250.
Londoner Pflastermaterialien. Der städtische Tiefbau 1910, S. 137.
Erfahrungen mit Steinpflaster in deutschen Städten (Ergebnis einer Rundfrage). Der Steinbruch 1910, S. 224 u. 239.
Technische Bedingungen für die Ausführung von Pflasterarbeiten in amerikan. Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 332 u. 377.
Emil Bergmann, Aus der Praxis des Strafsenbauingenieurs. Daselbst 1910, S. 494.
Lemeunier u. L. Mazerolle, Über die Wahl der Strafsendecke (Berichte für den Brüsseler Strafsen-Kongrefs). Daselbst 1910, S. 521, 545, 569, 593 u. 701.
Wilh. Persius, Über den Bau städtischer Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 8.
Paolo Cattaneo, Das Stein- und Asphaltpflaster in Italien (Vortrag in Brüssel 1910). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 76.
Über das Steinpflaster in Italien. Der Steinbruch 1911, S. 73.
Die Pflasterverhältnisse in München. Der Steinbruch 1911, S. 82.
Das älteste Steinpflaster in Deutschland (Prag 1331; Nürnberg 1368; Bern 1399; Regensburg 1400; Breslauer Sandinsel 1406; Augsburg 1416). Der Steinbruch 1911, S. 195.
Fr. Wilh. Noll, Zur Vervollkommnung des Steinpflasters. Berlin 1910, bespr. in: Der Steinbruch 1911, S. 244.
Ed. Schneider, Das Strafsenpflaster von Brüssel. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 291 u. 317.
Hans Lindner, Garantiefristen bei Strafsenbauten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 342.
Der Strafsenbau Londons im Jahre 1910. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 343.
Wilh. Persius, Neue Erfahrungen im Strafsen- u. Wegebau in New-York und Umgegend. Daselbst 1911, S. 460.
Dr.-Ing. G. Klose, Strafsenbauarbeiten unter Aufrechterhaltung des Verkehrs. Daselbst 1911, S. 364.
W. Schmidt, Die Kosten städtischer Strafsen und deren Einflufs auf den Anbau. Daselbst 1911, S. 483, 507, 531, 555, 580 u. 603.
Geifs, Fugenvergufs mit bituminöser Masse. Daselbst 1911, S. 579.
R. Verstraete, Über Schotter- und Pflasterstrafsen in Belgien (Bericht f. d. II. internat. Strafsen-Kongrefs in Brüssel 1910). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 589.
Die Erneuerung der Fahrbahn auf der Rheinbrücke in Bonn. Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 512.
H. Lindner, Arbeiten am Strafsenkörper in städtischen Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 700.
W. Greiner, Einige Mitteilungen über Strafsenbauausführungen in amerikanischen Städten. Daselbst 1911, S. 702.
Über die Art der Strafsendecke (Aussprache auf dem Strafsen-Kongrefs in Brüssel 1910). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 727, 749, 774 u. 797.
Dr.-Ing. G. Klose, Einiges über die Fahrdämme der Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 771.
Helmut Werkmeister, Das Strafseninventar. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 796.
Jos. Mihalyfi, Strafsenbauarbeiten in Budapest und ihre Ausführungsverfahren. Daselbst 1911, S. 844.

II. Natursteinpflaster.

1. Pflaster aus natürlichen Steinen.

Kleinpflasterstreifen in Pflaster aus anderen Steinen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 310.
E. Schneider, Pflastersteinformate und ihre einheitliche Einführung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 463, 467, 512, 537, 736.
E. Dietrich, Pflastersteinformate und ihre einheitliche Einführung. Daselbst 1907, S. 715, 780.

Beer u. Genzmer, Steinpflaster und Fugenvergufs ohne Betonunterlage. Zentralbl. d. Bauverw. 1909, S. 420 u. 526.

Über die Anordnung der Pflasterreihen in Strafsenkreuzungen beim Stein- und Holzpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 563.

Vespermann, Einheitsformate der Pflastersteine. Der Steinbruch 1910, S. 321 u. 324; auch 1911, S. 47 u. 168.

2. Beschaffung der Pflastersteine. Steinbrüche.

W. Bruhns, Granite der Vogesen. Der Steinbruch 1909, S. 30.

Pflastersteinvorkommen und Verwendung in deutschen Städten. Der Steinbruch 1910, S. 195.

Rückblicke und Aussichten in der deutschen Steinindustrie. Der Steinbruch 1911, S. 2.

Die Steinbrüche in der Schweiz. Der Steinbruch 1911, S. 40.

Über einfache Abbaumethoden in Steinbrüchen. Der Steinbruch 1911, S. 52.

Einflufs der Entwickelung des Pflasterwesens auf das Absatzgebiet der Steinindustrie des In- und Auslandes. Der Steinbruch 1911, S. 130.

Die schwedische Granit-Industrie. Der Steinbruch 1911, S. 296, 308, 460.

Über die technischen Eigenschaften der finnischen Granite. Der Steinbruch 1911, S. 429, 498 u. 609.

Über die Steinindustrie Schlesiens. Der Steinbruch 1911, S. 325, 616, 617 u. 621.

Deutsche Gesteine (Mitteilungen der deutschen Steinbrüche). Der Steinbruch 1911, S. 516.

Die Steinindustrie in Deutschland und Belgien. Der Steinbruch 1911, S. 636 u. 644.

Die deutsche Steinindustrie im Jahre 1911. Der Steinbruch 1912, S. 2.

3. Abnutzung des Steinpflasters und Prüfung des Pflastermaterials.

Ein neuer Schlagapparat zur Prüfung von Pflastermaterial. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 540.

Pflasterabnutzung und Unterhaltung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 459.

A. Föppl, Die Prüfung von Strafsenbausteinen auf Widerstandsfähigkeit gegen Stöfse. Zentralbl. d. Bauverw. 1909, S. 660 und Der Steinbruch 1910, S. 200.

G. Joannini, Die Prüfung von Pflastersteinen aus natürlichen Gesteinen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 567.

Amtliche Prüfung von Pflastermaterial. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 126.

Ulr. Heuer, Betrachtungen über die Ursachen der Zerstörung des Steinpflasters unter dem Verkehr. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 171.

Dr.-Ing. Preufs, Die Prüfung der Pflastersteine auf Zähigkeit nach dem Föppl'schen Verfahren. Der Steinbruch 1911, S. 513.

Über Prüfung der Pflastersteine durch Sandgebläse. Der Steinbruch 1911, S. 564.

Das Probematerial und die Ausführung von Gesteinsprüfungen. Der Steinbruch 1911, S. 618.

Ernst Zöller, Aufsergewöhnliche Abnutzung des Pflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 819.

III. Kunststeinpflaster.

Eine neue Pflasterart „Imperial" in Cansas City. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 247.

Pflastersteine aus Glas (Garchey-Steine). Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1908, S. 272.

Klinkerpflaster zwischen Strafsenbahngleisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 261.

Will. P. Blair, Ausführung der Klinkerstrafsen. Engng. news 1909 II. S. 586.

Klinkerpflaster auf geteerter Schotterunterlage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 714.

Ed. Schneider, Neuerungen im Strafsenbau und künstliches Pflaster. Daselbst 1910, S. 3 u. 27.

IV. Holzpflaster.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

Australisches Hartholz zur Verminderung des Geräusches von Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 574.

Die Anwendung des australischen Hartholzes „Tallow wood" im Eisenbahn- u. Strafsenwesen. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 607.

Tränken von Holz mit Zucker nach dem Verfahren des Powell-Wood-Process-Syndicate für Strafsenpflaster (gut bewährt). Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1908, S. 601.

Über die Anwendung von Hartholz zu Strafsenpflasterungen. Deutsche Bauz. 1908, S. 319.

R. Berndt, Über das Treiben des Holzpflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 416.

Über Holzpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 168, 497.

L. Mazerolle, Über die Verwendbarkeit ausländischer Hölzer zu Pflasterzwecken. Daselbst 1909, S. 214.
Wiederverwendung gebrauchter Jarrah-Klötze zu Pflasterzwecken. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 624, 692.
Vofs, Ein Beitrag zur Holzpflasterfrage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 664, 689, 707, 728.
Über Holzpflaster. Daselbst 1910, S. 447.
Tränkstoffe neuen Systems für hölzerne Pflasterklötze. Daselbst 1910, S. 449.
Vofs, Über das Elberfelder Holzpflaster (mit Jarrah-Holz schlechte, mit Tallow wood gute Erfahrungen). Daselbst 1910, S. 650, 672, 675; 1911, S. 3 u. 27.
E. Holzer, Die Holzpflasterstrafsen Chicago's (Weichholzpflaster). Daselbst 1911, S. 126.
W. Persius, Einiges über Weichholzpflaster. Daselbst 1911, S. 366.
G. Klose, Über eine neue Konstruktion der Ausgleichfuge im Holzpflaster. Daselbst 1911, S. 413.
W. Greiner, Holzpflaster mit Eiseneinlagen. Daselbst 1911, S. 655.
Sigloch, Hartholz- oder Weichholzpflaster? Daselbst 1911, S. 675.

VI. Fahrbahnen besonderer Art.

Teermakadampflaster in Duluth. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 439.
Der Eisenbeton im Strafsenbau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 488.
Über Betonstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 559.
Strafsenanlage für Sportzwecke in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 606.
Über Teermakadamstrafsen in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 632.
Herstellung einer Schotterdecke unter Verwendung von Westrumit. Daselbst 1907, S. 722.
Herstellung von Teermakadampflaster in Battersea. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 288.
Granitoid-Betonpflaster in Gary, Ind. Engng. news 1908 II. S. 194.
W. Schwenke, Quarritepflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 687.
A. Deideheimer, Das Vulkan-Pflaster. Daselbst 1908, S. 714.
Herstellung von Betonpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 732.
Ein Beitrag zur Herstellung von Teermakadam. Daselbst 1909, S. 147.
Brückenfahrbahn aus Eisenbeton. Daselbst 1909, S. 235.
Das Vulkanolpflaster. Der Steinbruch 1909, S. 331 u. 367.
Städtische Strafse auf sumpfigem Boden in Holly Beach (auf Pfählen). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 457.
Herstellung von Asphalt-Makadamstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 521.
Über Asphalt-Beton-Pflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 667. — Engng. news 1909 II. S. 434.
Die staub- und geräuschlose Zukunftsstrafse der Quarrite- und Bitulithic-Pflaster-Gesellschaft in Berlin. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1909, S. 1502.
Über Betonpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 479.
Betonunterbettung für Teermakadam. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 31.
Herstellung und Unterhaltung von Makadam und Teermakadamdecken. Daselbst 1910, S. 48.
Ein neuer Pflasterbelag für Schotterdecken. Daselbst 1910, S. 159.
Wasserdichte Brückenfahrbahnen (für Eisenbahnbrücken). Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1910, S. 92.
Scheuermann, Die Bedeutung gebrannter Fahrbahnplatten aus Naturgestein (Vulkanol) für Stadtstrafsen. Der städtische Tiefbau 1910, S. 214 u. 228.
John R. Rablin, Bau und Unterhaltung von Parkwegen (Bericht f. Brüssel 1910). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 52.
E. Schneider, Steinpflastergleiszone in Asphaltstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 172, 195.
Persius, Über Pflasterbeläge aus Beton. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 227.
Strafsenpflaster aus Lederabfällen in Birmingham. Der Steinbruch 1911, S. 558.

VII. Asphaltstrafsen.

(Zu § 6, Kap. II.)

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

Asphaltierung auf Steinpflaster. Deutsche Bauz. 1907, S. 681 und Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 735.
Längs- und Querprofile der Asphaltstrafsen mit Strafsenbahngleisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 396.
Neuere Fortschritte in der amerikanischen Asphalt-Industrie. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 467.

Ed. Schneider, Der Stampfasphalt in Köln. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 47, 71, 91.
H. Ling, Walzasphalt-Strafsen in Stuttgart. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 504.
Fritz Berger, Ersparnisse bei der Herstellung der Betonunterbettung für Asphaltstrafsen. Daselbst 1908, S. 670.
Ed. Schneider, Die Entwässerung der Stampfasphalt-Strafsen. Daselbst 1909, S. 1, 27, 47, 88, 107.
Dr.-Ing. Klose, Die Herstellung der Betonunterbettung für Asphaltstrafsen. Daselbst 1909, S. 415.
Gufs- und Stampfasphaltbeläge für Fahrstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 539.
Die Prüfung von bituminösen Stoffen für Pflasterungszwecke. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 584.
Was ist Asphalt? Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 688.
Dr.-Ing. Klose, Über Stampfasphalt. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 91.
Die Wiederherstellung von Asphaltpflasterdecken über Baugruben. Daselbst 1910, S. 156.
Dr.-Ing. G. Klose, Einiges über die Haltbarkeit des Asphaltpflasters. Daselbst 1910, S. 591.
Dr.-Ing. G. Klose, Über die Instandhaltung des Asphaltpflasters. Daselbst 1910, S. 811.

VIII. Maschinelle Hilfsmittel zur Herstellung städtischer Fahrbahnbefestigungen.

Maschine von Franz Melaun zum Aufbrechen des Betonpflasters. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1907, S. 403.
Ein neues Werkzeug für Strafsenaufbrüche. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 457.
Maschine zur Herstellung und Verteilung von Betonmasse beim Strafsenbau. Zement u. Beton 1908, S. 285.
— Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 520.
Neminar, Über Strafsenaufbrecher. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 308, 335, 354, 375.
Einrichtung zum Schlagen von Pflastersteinen, D. R. P. 201815. Der Steinbruch 1909, S. 212.
Maschine zur Herstellung von Asphalt-Beton-Pflaster. Engng. news 1909 II, S. 432.
Apparat zur Teerung von Schotter. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 72.
Fahrbare Betonmischmaschine für Pflasterzwecke. Beton u. Eisen 1910, S. 216.
Eine praktische Setzwage für Strafsenbauarbeiten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 498.
Eine mechanische Pflasterramme. Daselbst 1910, S. 708 und Der Steinbruch 1910, S. 298.
Neue Vorrichtung zum Waschen und Sieben von Grob- und Feinsand. Der Steinbruch 1911, S. 178.
Eine Pflastersteinmaschine. Der Steinbruch 1911, S. 310.
Drucklufthämmer zum Schneiden von Beton- u. Asphaltpflaster. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1911, S. 1492.
— Engng. news 1911, 10. Aug.
W. Persius, Eine neue Maschine zur Bereitung von Asphaltbeton. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 605.
Praktische norwegische Vorrichtung zum Ebnen ausgefahrener Wege. Daselbst 1911, S. 831.

IX. Vergleichung der Pflasterarten.

(Zu § 8, Kap. II.)

(Bezüglich des Anschlusses an die Strafsenbahngleise vergl. das Literaturverzeichnis zum Kap. III unter b. 4.)

1. Allgemeines.

Hende, Vergleich der Pflasterung und Versteinung der Strafsen mit Rücksicht auf die jährlichen Kosten. Ann. des ponts et chaussées 1908 V., S. 152. — Génie civil 1909, Bd. 54, S. 314.
Vergleichende Kosten zwischen Asphalt- und Steinpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 291.
Der jährliche Aufwand zur Instandhaltung einer beschotterten und einer gepflasterten Strafsenfahrbahn. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 237.
H. E. Stilgoe, Kritische Betrachtungen über verschiedene Pflasterarten. Daselbst 1909, S. 477.

X. Fufswege städtischer Strafsen.

(Zu § 9, Kap. II.)

1. Allgemeines. Unterhaltung. Radfahrwege. Reitwege.

H. Kayser, Die Herstellung und Entwässerung städtischer Reitwege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 375.
J. Kruse, Trottoire in Hamburg-Altona. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 5.
Th. Lutz, Ein neuer Gehweg-Belag. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 307.
Über unterirdische Fufsgängerwege für Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 395.
Ein wohlfeiles Pflaster für Bürgersteige. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1908, S. 338.
Bürgersteigbefestigungen mit besonderer Berücksichtigung der Berliner Verhältnisse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 607.
Vorteilhaftester Bürgersteigbelag. Daselbst 1909, S. 564, 586, 605.
F. Herling, Einiges über Anlage von Reitwegen in städtischen Strafsen. Daselbst 1909, S. 583.
Rob. Berndt, Einiges über Bürgersteige. Daselbst 1910, S. 247.

Bechtold, Über Treppenwege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 274.
G. D. Trusler, Bürgersteige in der City von London. Daselbst 1910, S. 700.
Ulrich Heuer, Eine neue Ausführung von Schutzinseln in Berlin. Daselbst 1910, S. 783.
N. le Roux (Bericht f. d. Brüsseler Strafsen-Kongrefs 1910). Die Anlage von Bürgersteigen in Städten. Daselbst 1910, S. 786 u. 818.
H. Stiller, Die Abrundung von Bürgersteigen. Daselbst 1911, S. 267.

2. Kies-, Teer- und Sand-Fufswege.

Th. Lutz, Über die Verwendung von Steinkohlenteer zur Verbesserung bekiester und zur Herstellung neuer Gehwege in städtischen Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 527.

3. Stein-, Kunststein- und Klinker-Fufswege.

Fufssteigbelag aus Kunststeinen in Berlin. Zement u. Beton 1908, S. 433.
Granitoidplatten und Steinkorkplatten als Pflastermaterial namentlich für Fufswege. Bauz. f. Württ. 1909, S. 320.
Ed. Schneider, Kleinpflaster für Bürgersteige. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 519 u. 543.
Herstellung der Platten aus Granitoid für die Bekleidung der Fufswege. Génie civil 1911, Bd. 58, S. 188.
H. Stiller, Fufswegplatten aus Klinkerbeton. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 246.
Rob. Berndt, Einiges über die Lage der Plattenbahnen in Bürgersteigen. Daselbst 1911, S. 389.

4. Beton- und Zement-Fufswege.

Ausführungsbedingungen für Zementfufswege. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 248.
Nachahmung von Bürgersteigplatten durch einheitliche Zementplatten. Zement u. Beton 1908, S. 635.
Neuere Erfahrungen mit Fufswegbelägen aus Beton. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 273.
Vorrichtung zur Herstellung von Bürgersteigen aus Beton. Zement u. Beton 1909, S. 313.
Über Fufswegbefestigungen aus Beton. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 207.

6. Fufsweg-Randsteine.

Einiges über den seitlichen Abschlufs des Pflasters durch Bordschwellen. Zeitschr. f. Transpw. u. Strafsenb. 1909, S. 167.
Dr.-Ing. G. Klose, Über Linienführung von Bordschwellen in der Höhenlage. Daselbst 1909, S. 623.
Steinzeugbordschwellen. Daselbst 1910, S. 113.
Bordschwellen aus Eisenbeton. Zement u. Beton 1910, S. 377.
Bordschwelle aus eisenverstärktem Beton für Bürgersteige, Bahnsteige u. dergl. D. R. P. Nr. 220530, Konstantin Sasso, Bukarest. Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 532.
Betonrandsteine mit Hartgufseisenschutz. Südd. Bauztg. 1910, S. 405.
G. Feurer, Betonrandsteine mit Eisenbewehrung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 673.
Max F. Loebell, Trottoir-, Bord- oder Randsteine. Der Steinbruch 1910, S. 120. — Der städtische Tiefbau 1911, S. 17.
R. Berndt, Über die Anordnung der Hauseinfahrten auf Bürgersteigen. Zeitschr. f. Transpw. u. Strafsenb. 1911, S. 219.
Erich Grelling, Der seitliche Abschlufs der Bürgersteigbefestigungen. Daselbst 1911, S. 485.

C. Nebenanlagen der städtischen Strafsen.

(Zu § 10 u. 12, Kap. II.)

I. Anpflanzungen an Strafsen und Plätzen, Vorgärten.

(Zu § 10, Kap. II.)

a) Einzelwerke und Druckhefte.

Alfred Lichtwork, Park- und Gartenstudien. Berlin 1909.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

Gartenkunst im Städtebau. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1908, S. 46.
Städtische Baumanlagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 231.
Verfahren zum Versetzen von Bäumen in Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 334.
Bewässerungsanlage für Strafsenbäume. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 376.
Versetzen grofser Bäume. Engng. record 1908, Bd. 52, S. 511.
Freudemann, Zur Frage der Baumpflanzungen in der für eine Untertunnelung geplanten Strafse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 509.
Baumpflanzungen für städtische Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 551.
Leo, Bewässerungsanlagen für Baumpflanzungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 508.

Schädigung der Strafsenbäume durch die Teerungen in Frankreich. Zentralbl. d. Bauverw. 1908, S. 628.
U. Heuer, Einiges über Baumpflanzungen in städtischen Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 47.
Über das Teeren von Promenadenwegen und sein Einflufs auf die Bäume. Daselbst 1910, S. 94.
Dr.-Ing. G. Klose, Einiges über Mittelpromenaden. Daselbst 1910, S. 203.
Gasleitungen und Baumpflanzungen in Strafsen und Anlagen. Daselbst 1910, S. 547.
Einflufs der Strafsenteerung auf Pflanzen. Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 581.

II. Unterbringung der Versorgungsnetze für Wasser, Gas u. s. w. und Nebenanlagen.

(Zu § 12, Kap. II.)

Bedürfnisanstalten. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1907, S. 254.
Der Untergrundtunnel der Market Street in Philadelphia. Engng. record 1907, Bd. 56, S. 390.
Herstellung eines Kanals für Leitungen im Strafsenkörper. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 607.
Neuere öffentliche Bedürfnisanstalten in München. Deutsche Bauz. 1908, S. 209, 214, 218.
Dr.-Ing. G. Klose, Über die Anordnung der Gully's in städtischen Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 439, 503.
Die Anlage von Fufsgängertunneln in Grofsstädten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 630.
Ein neuer Reinigungsapparat für Rohrkanäle. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 672.
Ein Revisionsschacht neuer Bauart für Kabelleitungen. Daselbst 1908, S. 677.
Dr.-Ing. G. Klose, Einiges über die Einlegung von Rohr- und Kabelleitungen in den Körper der öffentlichen Strafse. Daselbst 1908, S. 713.
Einführung eines geschiebeführenden Wasserlaufs in einen Strafsenkanal. Daselbst 1908, S. 737.
U. Heuer, Über die Anlage von Schutzinseln in Verkehrsstrafsen mit Strafsenbahngleisen. Daselbst 1908, S. 744.
Dr.-Ing. Klose, Einiges über die Entwässerung städtischer Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 315.
Neue Kanalausführungen in Beton und Eisenbeton. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 417.
Eimereinsatz für Strafsensinkkasten, D. R. P. Nr. 210076. Zentralbl. d. Bauverw. 1909, S. 540.
Isolierung von Gas- u. Wasserleitungen gegen Zerstörung durch Elektrolyse. Zeitschr. f. Transpw. u. Strafsenb. 1910, S. 10.
Strafsenbahnmasten auf der neuen Augustusbrücke in Dresden. Deutsche Bauz. 1910, S. 384.
Über Kabelverlegungen in städtischen Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 74.
Gruben für Streukies in städtischen Strafsen. Daselbst 1910, S. 155.
Entwässerung von Neubaustrafsen. Daselbst 1910, S. 204.
Zwei bemerkenswerte Kanalausführungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 274.
Über die Lage unterirdischer Leitungen und das günstigste Profil der Betonkanäle. Daselbst 1910, S. 474 u. 475.
Unterirdische Kanäle für elektrische Licht- und Kraftleitungen. Daselbst 1910, S. 756.
Zangemeister, Die unterirdischen Bedürfnisanstalten in Charlottenburg. Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 12.
H. Stiller, Rohr- und Kabelverlegungen und ihre Beziehungen zum Strafsenbau. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 6.
G. Gerstel, Leitungsgänge in europäischen Städten nebst kritischer Betrachtung über den daselbst vorgefundenen Zustand des Pflasters. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 31.
C. Joannini, Einige Mitteilungen über die Kanalisation von Syracuse. Daselbst 1911, S. 272.
G. Lidy, Über die Ausführung von Strafsenarbeiten mit besonderer Berücksichtigung der Beleuchtung und Wasserversorgung (Bericht für den II. Strafsen-Kongrefs, Brüssel 1910). Daselbst 1911, S. 677 u. 704.
H. Stiller, Drucktunnel und andere Leitungen der neuen Wasserversorgung von New-York. Daselbst 1911, S. 679.
E. Passow, Spülkanal der Kanalisation von Brooklyn. Daselbst 1911, S. 706.
Revisionsschacht für Hoch- und Niedrigspannungs-Leitungen. Daselbst 1911, S. 786.

III. Strafsenbeleuchtung.

Fortschritte der Strafsenbeleuchtung. Elektr. Ztg. 1909, S. 727.
Ottmer, Beitrag zur Frage der Strafsenlaternenfernzündung. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1911, S. 373.
Neue Beleuchtungsmasten in Zürich. Schweiz. Bauz. 1911 II. S. 54.

D. Unterhaltung und Reinigung städtischer Strafsen.

(Zu § 13 bis 16, Kap. II.)

I. Allgemeines.

K. M. Meyer, Strafsenreinigung im Winter. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 266.
Leers, Bedingungen und wichtige Gesichtspunkte für städtische Strafsenbauarbeiten. Daselbst 1907, S. 755.
Strafsenreinigung und Strafsenbesprengung durch Strafsenbahngesellschaften. Daselbst 1907, S. 768.

E. Bret, Reinigung und Besprengung der Strafsen mit modernen Gerätschaften. Daselbst 1911, S. 34, 57 u. 80.
W. Persius, Ein neues Verfahren zur Verminderung der Schlüpfrigkeit von Asphalt- und Holzpflaster. Daselbst 1911, S. 246.
Dr. H. Keller, Reinigung und Besprengung städtischer Strafsen. Daselbst 1911, S. 415.
Dr.-Ing. Niedner, Die Reinigung der Strafsensinkkasten in Dresden. Daselbst 1911, S. 627.

II. Strafsenreinigung in verschiedenen Städten.

Strafsenreinigung in Kopenhagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 494.
Strafsenreinigung und Abfallstoffbeseitigung in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 209.
Die Strafsenreinigung in Bremen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 507, 530.
A. Balló, Das Reinigungswesen der Haupt- und Residenzstadt Budapest. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 673, 693, 720, 738, 759; 1909, S. 9, 50.
Strafsenreinigung in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 711.
Bericht über das städtische Strafsenreinigungswesen von Berlin. Daselbst 1910, S. 52, 103, 157, 790.
Die Strafsenreinigung Wiens. Daselbst 1910, S. 170.
G. Loppens, Generalbericht (für den Brüsseler Strafsen-Kongrefs 1910) über die Reinigung und Besprengung städtischer Strafsen. Daselbst 1910, S. 629, 655 u. 676.
Die Strafsenreinigung in Hamburg 1886—1910. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 129.

III. Strafsenstaub und Staubbekämpfung.

(s. a. Literatur-Nachtrag zu Kap. I unter C. 4, S. 402.)

Le Gavrian, Die Unterdrückung des Staubes auf den Strafsen. Ann. des ponts et chaussées 1907 II. S. 118.
Geteerte Schotterstrafsen in Chicago. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 318.
Strafsenteerung. Zentralbl. d. Bauverw. 1907, S. 460.
Vergleich der zur Verhinderung des Staubes auf den Strafsen angewendeten Mittel. Génie civil 1907, Bd. 51, S. 300.
O. Layritz, Die Staubplage und ihre Bekämpfung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 19, 39, 61, 127.
O. Kessler, Ästhetische und hygienische Forderungen der Strafsenteerung der Zukunft mit besonderer Berücksichtigung der Geldfrage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 3.
Groos, Die Ergebnisse über die vom Stadtbauamt Augsburg ausgeführten Teerungen. Daselbst 1908, S. 137.
Die Besprengung städtischer Strafsen mit Chlorkalzium. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 421.
R. Welzel, Strafsenteerung in Hagen i. W. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 319.
Wasserentnahme aus öffentl. Gewässern zu Strafsenbegiefsungszwecken. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 359.
Besichtigung der Strafsen von Paris und Umgebung bezüglich der angewandten Staubbekämpfungsmethoden (I. Strafsen-Kongrefs, Paris 1908). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 107 u. 127.
Strafsenteerungen in Ludwigsburg in Württemberg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 169.
Ölbesprengung des Berliner Asphaltpflasters. Daselbst 1909, S. 205.
Die Teerungsmaschine der Firma Salvisberg & Co. in Freiburg (Schweiz). Daselbst 1909, S. 221.
Automobile Wagen zur Strafsenteerung. Engng. record 1909, Bd. 60, S. 191.
Die Verwaltungsersparnis durch Teerung der Makadamstrafsen betrug für Basel im Jahre 1908 rund 34400 M. (43000 Fr.). Schweiz. Bauz. 1910 I. S. 109.
Staubbekämpfung auf den Strafsen von Berlin (1 % Westrumitemulsion für Asphalt und Holzpflaster; Chlormagnesium- und Chlorkalzium-Lösungen für Steinstrafsen, die aber nur 2 bis 3 Tage wirken). Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1910, S. 2235.
Staubbekämpfung mit Kalziumchlorid auf den Strafsen Charlottenburgs. Der städtische Tiefbau 1910, S. 140.
Scheuermann, Die Sicherung des Erfolges bei Teerungen in Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 243, 268, 293, 315, 340, 363, 387.
Verwendung von gekörntem Chlorkalzium zur Strafsenentstaubung in England. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1911, S. 247.
Joh. G. Ritter v. Schoen, Zur Abwehr der Staubplage in Städten mit besonderer Berücksichtigung der Wiener Verhältnisse. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 552. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 608, 629 u. 658.
Eug. Troidure, Zur Teerungsfrage auf Schotter- und Pflasterstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 614 u. 637.
Guglielminetti, Die Vorteile der Strafsenteerung, Einflufs auf die Pflanzen. Génie civil 1911, Bd. 59, S. 249. — Südd. Bauz. 1911, S. 322.
Die Bekämpfung des Staubes in Dresden mit Antistaubit (Chlormagnesiumlauge). Der Steinbruch 1911, S. 387.
Steinstaub und sein Einflufs auf die Gesundheit. Der Steinbruch 1912, S. 30.

IV. Sprengwagen.

(Zu § 13, Kap. II.)

Sprengwagen mit elektrischem Motorantrieb. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 306.

Motorwagen zum Besprengen von Strafsen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1907, S. 1423.

Sprengwagen mit elektrischem Motorbetrieb durch Strafsenbahnen in Köln und Mannheim. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 592.

Automobil-Sprengwagen und Strafsenkehrmaschine der Stadt Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 361, 377, 401.

Sprengwagen D. R. P. Nr. 213380 von W. Hildebrand in Grofs-Lichterfelde und Harry Sauveur in Südende bei Berlin. Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 204.

K. M. Meyer, Vor- und Nachteile eines Sprengautomobils. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 228.

V. Kehrmaschinen und Reiniger für Strafsen und Strafsenbahnschienen.

(Zu § 14, Kap. II.)

Strafsenkehrmaschine, Bauart Collyer. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, Nr. 22. — Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 13.

Strafsenreinigungsmaschine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 356.

Das Automobil im Dienste der Strafsenreinigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 686.

Versuche mit dem „Fram“-Vorspannwagen und ihre Lehren für automobile Strafsenreinigungs-Maschinen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 112, 131, 150.

Neues System eines Spreng-Kehr-Kraftwagens, der zugleich den Kehricht aufnimmt. Daselbst 1909, S. 643.

Schörling, Automatischer Schienenreinigungswagen für Strafsenbahnen. Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen 1909, S. 411.

VI. Schneebeseitigung, Schneepflüge.

(Zu § 14, Kap. II.)

Hirschmann, Zur Frage der Schneebeseitigung in Städten mit gemischter Kanalisation. Südd. Bauz. 1907, S. 107.

Elektrische Schneebeseitigung. Korrespondenzbl. d. Bauwerkmeister-Ver. Württembergs 1909, S. 20.

Schneebeseitigung für Strafsen und Überlandbahnen in Nord-Amerika. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1909, S. 1388.

P. Mikhaïloff, Schneebeseitigung in russischen Städten und auf Chausseen (Bericht f. d. Brüsseler Strafsen-Kongrefs 1910). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 733.

L. Mazerolle, Über die Einrichtungen zur Beseitigung von Schnee und Eis in Paris (Bericht f. d. Brüsseler Strafsen-Kongrefs 1910). Daselbst 1910, S. 758 u. 787.

Aug. Courtois, Beseitigung von Schnee und Eis in Gebirgsgegenden. Daselbst 1910, S. 800.

Schneebeseitigung von Fufswegen mittels Schneepflügen. Engng. rec. 1911, Bd. 64, S. 691.

VII. Strafsenhygiene und Beseitigung des Strafsen- und Hauskehrichts.

(Zu § 15, Kap. II.)

a) Einzelwerke und Druckhefte.

H. Koschmieder, Die Müllbeseitigung. Hannover 1908.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

1. Städtische Hygiene, Kehricht- und Müllabfuhr.

Neuerungen auf dem Gebiete der Müllabfuhr. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 240.

Müllbeseitigung nach dem Dreiteilungsverfahren in Charlottenburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 327.

Müllsortierungsanstalten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 354.

Über moderne Beseitigung des städtischen Mülls. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 377.

Vorrichtung zur staubfreien Entleerung von Müllkasten in einen Sammelwagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 549.

Die Beseitigung fester städtischer Abfallstoffe. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 332.

Städtehygiene. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1909, S. 281.

P. Schwarz, Die Vervollkommnung der biolog. Reinigung der Abwässer; ein Beitrag zur modernen Städtehygiene. Südd. Bauz. 1910, S. 18.

Die Einsammlung und Beseitigung von Hausmüll. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 15.

Hygiene und Städtebauwesen. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1910, S. 249.

Gesundheitliche Verbesserung alter Städte. Daselbst 1910, S. 334.

K. M. Meyer, Die Charlottenburger Müllordnung Der städtische Tiefbau 1910, S. 141.

Vofs, Die hygienische Verbesserung alter Stadtteile. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 247, 271.

2. Müll- und Kehrichtverbrennung. Verbrennungsöfen und Müllverwertungsanlagen.

Die Müllverbrennungsanlage in Brünn. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1907, S. 275.

Geplante Anlage für die Hausmüllverbrennung für den Stadtbezirk Richmond in New-York. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 43.

Verbrennungsofen für Hausmüll. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 310.

Müllverbrennungsanlage in Brünn. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1907, S. 465 u, 593.

Die Ergebnisse einer amerikan. Müllverwertungsanlage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 720.

Englische Müllverbrennungs-Anlagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 96 u. 183.

Neue Müllverbrennungsanlage in Chicago. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 251.

Neue Müllverbrennungsanlage in Seattle. Daselbst 1908, S. 422.

Nutzbarmachung der Rückstände der städtischen Kehricht-Verbrennungs-Anstalten. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1909, S. 95.

Neuere amerikanische und englische Anlagen zur Hausmüll-Verbrennung und Verwertung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 522 u. 548.

Über die Beschickung von Müllverbrennungsöfen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 626 u. 648.

Über moderne Müllverbrennungsanlagen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 572.

Karl Hellwig, Eine neue Müllverwertungsanlage in Columbus (Ohio). Daselbst 1911, S. 53.

3. Müll- u. Kehrichtwagen und sonstige Förderbehälter u. Vorrichtungen zur Müllbeförderung.

Kehrichtkarren mit schwingend aufgehängter Aufnahmeschaufel für den Kehricht. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 288.

Müllabfuhrwagen mit einem zur Aufnahme des Müllkastens bestimmten, auf Schienen geführten hochziehbaren Schlitten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 446.

Ein neuer Kehrichtbehälter mit Klappboden. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 468.

Vorrichtung zur staubfreien Entleerung von Müllkasten in einem Sammelwagen. Daselbst 1907, S. 549.

Behälter für Müll oder andere Abfallstoffe. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 595 u. 621.

Neuer Kastenwagen für Strafsenbau-Materialien, Müll u. s. w. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 113.

VIII. Unterhaltung und Verwaltung städtischer Strafsen.

(Zu § 16, vergl. auch unter B. I, „Fahrbahnbefestigung", S. 406 u. 407.)

Die Unterhaltung des Asphaltpflasters in Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 381 u. 400.

Bericht über den Betrieb und die Verwaltung der Strafsenreinigung der Stadt Bremen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 426 u. 443.

Über die Verwendung von Asphaltplatten zum Ausbessern von Stampfasphalt. Daselbst 1908, S. 754.

U. Heuer, Über Pflasterunterhaltung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 436.

Scheuermann, Über die Wirtschaftlichkeit im städtischen Strafsenwesen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 191 u. 211, 231, 251 u. 271.

Emil Bergmann, Einiges über Strafsenumpflasterungen mit besonderer Berücksichtigung des Strafsenbahnkörpers. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 663.

R. Walling, Einiges über Pflasterunterhaltungs-Verträge und über die jährlichen Unterhaltungskosten. Daselbst 1909, S. 727; 1910, S. 331.

Funk, Das Strafsenunterhaltungspersonal, seine zweckmäfsige Organisation und Behandlung. Daselbst 1910, S. 577 u. 602.

Edw. John Silcock, Zweckmäfsige Art der Strafsenerhaltung und der Ausbesserungsarbeiten in Verbindung mit unterirdischen Röhrenanlagen (Bericht für Brüssel 1910). Daselbst 1911, S. 820.

F. Steinitz, Einiges über Pflasterunterhaltungsverträge. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 843.

E. Bauordnungen, Polizeibestimmungen und Wegegesetzgebung.

a) Einzelwerke und Druckhefte.

Th. Oehmcke, Bauordnungen für Grofsstadterweiterungen und Weiträumigkeit. Berlin 1906.

O. Flad, Das badische Ortsstrafsengesetz vom 15. Okt. 1908. Karlsruhe i. B. 1909.

b) Abhandlungen in Zeitschriften.

Th. Oehmcke, Bauordnungen für Grofsstadterweiterungen und Weiträumigkeit. Techn. Gemeindebl. 1906, Nr. 4—6.

Ortsbaustatut der Stadt Ludwigsburg. Südd. Bauz. 1907, S. 214.

Der Entwurf eines bayrischen Strafsengesetzes. Südd. Bauz. 1907, S. 241.
Die neue Baupolizeiverordnung für die Vororte von Berlin vom 28. Mai 1907. Zentralbl. d. Bauverw. 1907, S. 421. — Deutsche Bauz. 1907, S. 425.
Neue Bauordnung Württembergs. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1907, S. 326.
Das neue Strafsengesetz für Bayern. Südd. Bauz. 1907, S. 397 u. 403.
Das Hamburger Baupolizeigesetz. Zentralbl. d. Bauverw. 1908, S. 53.
Eine neue Bauordnung für Grofs-Berlin. Deutsche Bauz. 1908, S. 238.
Zur Polizeiverordnung über die Anlegung und Unterhaltung der Bürgersteige in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 483 u. 528.
K. Mayreder, Baugesetz und Baukunst. Deutsche Bauz. 1908, S. 654 u. 678.
Bauordnung und Bebauungsfragen. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1909, S. 12.
Bodenreform und Bauordnung. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1909, S. 45.
Modernisierung baupolizeilicher Vorschriften. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1909, S. 36.
Zur Württembergischen Bauordnung. Korrespondenzbl. d. Bauwerkmeister-Ver. Württemb. 1909, S. 27.
Nessénius, Kraftfahrzeug und Rechtsentwickelung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 175 u. 197.
Karl M. Meyer, Über Reinigungspflicht der Bürgersteige u. s. w. und diesbezügliche Polizeiverordnungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 232.
Hans Vetter, Wegordnung. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1909, S. 320.
Wegerecht. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 571, 593, 632, 653, 683, 714.
Dr.-Ing. J. Stübben, Zur neuen Bauordnung für die Stadt Strafsburg i. E. Deutsche Bauz. 1910, S. 494.
Max Müller, Die neue württemb. Bauordnung. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1910, S. 242.
Reform der Stuttgarter Baupolizei. Daselbst 1910, S. 255.
Die neue württemb. Landesbauordnung. Deutsche Bauz. 1910, S. 718.
Die Vollzugsverfügung zur neuen Bauordnung für Württemberg und die Einführung in dieselbe. Bauztg. f. Württemb. u. s. w. 1911, S. 36.
Die neue Budapester Bauordnung. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 140.
Brüstlein, Über Bestimmungen in Bebauungsplänen und Bauordnungen für Rom. Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 350.

F. Statistik der Strafsen und des Verkehrs.

Länge der Routes nationales in den Departements am 1. Jan. 1906. Ann. des ponts et chaussées 1906 III. S. 143.
Personenverkehr in Grofs-Berlin im Vergleich zur Zunahme der Bevölkerung von 1895 bis 1905. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 206 u. 234.
Der Verkehr an den Strafsenkreuzungen in Grofsstädten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 239.
Die Regelung des Strafsenverkehrs in London. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 676.
Dr.-Ing. Blum, Zur Verkehrspflege der Grofsstädte. Organ f. d. Fortschr. des Eisenbahnwesens 1909, S. 47, 66.
Der gegenwärtige Stand der Berliner Schnellverkehrsfragen. Deutsche Bauz. 1909, S. 610, 638, 658, 686.
F. Eiselen, Die Lösung der Verkehrsfragen im Wettbewerb Grofs-Berlin. Deutsche Bauz. 1910, S. 385, 433, 461 u. 499.
K. Hohenegg, Vorschläge zur Verbesserung der Wiener Verkehrsverhältnisse. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 181, 201 u. 217.
Biedermann, Die verkehrspolitischen Lehren aus dem Wettbewerb um einen Bebauungsplan für Grofs-Berlin. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1910, S. 1243, 1259, 1277.
E. Schneider, Strafsenbetrieb in der Grofsstadt. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 271, 292 u. 311.
Redlich, Verkehrsregelung bei Strafsenkreuzungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 51.
Nessénius, Die gesetzliche Regelung des Verkehrs mit Kraftfahrzeugen und die Strafsenbauverwaltungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 99, 123, 147.
Londoner Strafsenverkehr. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 299.
Dr.-Ing. M. Dietrich, Die Entwickelung des Berliner Verkehrs (aus der Kongrefs-Nummer vom 10. Sept. 1910). Deutsche Strafsen- und Kleinbahn-Zeitung 1911.

III. Kapitel.

Die Strafsenbahnen.

Bearbeitet von

Dr.-Ing. M. Dietrich,

Betriebsleiter der Städtischen Strafsenbahnen in Berlin.

(Unter Benutzung der von F. v. Laissle, weil. Baudirektor und Professor an der Techn. Hochschule zu Stuttgart, bearbeiteten 3. Auflage dieses Abschnittes des „Strafsenbaues".)*

(Mit Tafel XIII bis XVII und 212 Textabbildungen.)

§ 1. Allgemeines und Geschichtliches.

1. **Allgemeines.** Die Strafsenbahnen haben sich im Laufe der letzten Jahrzehnte zu einem wichtigen Verkehrsmittel entwickelt, seitdem die gröfseren Städte so erheblich an Ausdehnung gewonnen haben und die Notwendigkeit für die verschiedensten Berufskreise immer dringender geworden ist, von einem Stadtteil zum andern, auf die Märkte, in die Schulen, in die Geschäfte u. s. w. möglichst rasch gelangen zu können. Es kommt noch hinzu, dafs für weniger Bemittelte, namentlich für Arbeiter, das Wohnen in der Grofsstadt infolge des Steigens der Grund- und Bodenwerte so teuer geworden ist, dafs sie das Wohnen in den wohlfeilen Vororten vorziehen, und dafs es doch allen möglich sein mufs, ihre Arbeitsstätte leicht, ohne zu grofsen Zeit- und Geldaufwand, aufsuchen zu können. Das starke Anwachsen der grofsen Städte, das besonders auch als eine Folge der gesteigerten erwerblichen Tätigkeit und der Freizügigkeit betrachtet werden mufs, hat somit die Entwickelung der Strafsenbahnen wesentlich gefördert.

Die natürlichste Entwickelung haben die Strafsenbahnen in Amerika genommen, da die eigenartige Bauart der Städte mit Notwendigkeit auf die Anlage von Strafsenbahnen hindrängte. Bei den meisten amerikanischen Städten ist die eigentliche Geschäftsstadt klein, eng zusammengebaut, die Gebäude dienen fast nur dem Geschäftsbetrieb. Hieran schliefsen sich die Wohnviertel, aus kleinen, mit Gärten umgebenen Häusern bestehend, die meist nur von einer Familie bewohnt sind, so dafs diese Wohnviertel sich weit hinausziehen. Da in den Wohnvierteln Märkte, Magazine, Schulen u. s. w. selten vorhanden sind, ist nicht nur der Arbeiter, der Beamte genötigt, zur Aufsuchung seines Geschäfts den Weg zur Geschäftsstadt zurückzulegen, sondern die ganze Einwohnerschaft. Die Strafsenbahn erhält hierdurch so grofsen Zulauf, dafs sie mit Vorteil in weit vom Zentrum entfernte Stadtteile geführt werden kann. Umgekehrt hängt die Möglichkeit, in Entfernungen von 5 und mehr Kilometern von der Geschäfts-

*) Für die jetzigen §§ 1 u. 5 war in der 3. Auflage zum Teil ein Manuskript des Herrn Geh. Baurat F. Baltzer, Berlin, benutzt worden.

stadt das Gelände zu Bauzwecken ausnutzen zu können, von der Herstellung einer Strafsenbahn ab, beide Interessen gehen somit Hand in Hand, und nur durch dieses Zusammenwirken ist die grofse räumliche Ausdehnung vieler amerikanischen Städte und die grofse Zahl der Strafsenbahnen erklärlich.

Der Vorzug, den die Strafsenbahnen gegenüber dem Fufsgängerverkehr aufweisen, besteht einmal in der vermehrten Geschwindigkeit der Bewegung, insofern als die Strafsenbahn je nach der Anordnung der Gleise und der Dichte des Verkehrs eine 3 bis 6 mal so schnelle Fortbewegung ermöglicht. Es ist die Geschwindigkeit aber nicht die Hauptsache, sondern es wird die Strafsenbahn erst dadurch leistungsfähig, dafs sie in möglichst kurzen Zeitabschnitten dem Fufsgänger die Möglichkeit zur Benutzung einer Fahrgelegenheit gibt, die ihn anreizt, sich ihrer zu bedienen. Wenn die Wagen sich in Zeitabständen von mehr als 10 Minuten folgen, so hat die Strafsenbahn für kurze Entfernungen sehr wenig Wert, da man es vorziehen wird, zu Fufs zu gehen, statt auf den nächsten Wagen zu warten. Dafs sodann als weitere Bedingung die der wohlfeilen Beförderung, bequemen Unterkunft in den Wagen und des möglichst bequemen Ein- und Aussteigens zu erfüllen ist, versteht sich von selbst; die Wagen müssen so geräumig sein, dafs sie mit Rücksicht auf die Zeiten lebhaften Verkehres eine grofse Zahl von Fahrgästen aufnehmen können. Die Strafsenbahn mufs dem Massenandrang gewachsen sein, sonst bietet sie dem meist wohlfeileren Omnibusverkehr gegenüber nicht genügende Vorteile.

Bei gröfseren Entfernungen spielt auch die Geschwindigkeit eine Rolle, eine Fahrt in der Strafsenbahn, die länger als $^1/_2$ Stunde dauert, ist nicht mehr angenehm, daher ist die Einführung des elektrischen Betriebes als ein wesentlicher Fortschritt gegenüber der Pferdebahn zu bezeichnen. Da aber Geschwindigkeiten von mehr als 15 bis 20 **km** in der Stunde mit Rücksicht auf die Sicherheit des übrigen Strafsenverkehrs nicht zulässig sind, wenigstens nicht im verkehrsreichen Stadtinnern, so pflegt man bei Strafsenbahnlinien von gröfserer Länge, Überlandbahnen u. s. w. für die Gleisanlage möglichst einen besonderen Bahnkörper herzustellen, um eine gröfsere Fahrgeschwindigkeit zu erzielen.

Die Strafsenbahnen haben meist nur den Zweck der Beförderung von Personen, der Verkehr von Eisenbahnwagen in städtischen Strafsen verbietet sich schon dadurch, dafs die Eisenbahnwagen normaler Spurweite zu breite Spurrillen erfordern. Vereinzelt (z. B. in Gera, Forst i. L., Meifsen) werden zwar Eisenbahn-Güterwagen auf Strafsenbahngleisen befördert, doch bedient man sich hierbei der sogenannten „Rollböcke", welche, mit Strafsenbahnrädern versehen, als Drehschemel für die Güterwagen dienen. Im übrigen ist die Beförderung von Gütern auf Strafsenbahnen mit starkem Personenverkehr mit Rücksicht auf den Betrieb undurchführbar, da die Güterbeförderung nur mit mäfsiger Fahrgeschwindigkeit möglich ist und längeren Aufenthalt auf den Annahme- und Abgabestellen erfordert; es wird deshalb Güterverkehr nur auf Strecken mit geringem Personenverkehr möglich sein. Immerhin kommen auch Strafsenbahnen mit Güterverkehr vor, welche den Verkehr zwischen einzelnen Fabrikanlagen unter sich oder mit dem nächstgelegenen Bahnhof vermitteln.

Im Folgenden sollen nun die Strafsenbahnen eingehender behandelt werden, deren Schienen über die Strafsenoberfläche nicht hervorragen, so dafs der Raum, den das Gleis einnimmt, auch vom gewöhnlichen Strafsenfuhrwerk benutzt werden kann.

Eine Schwierigkeit der Anlage eines Schienengleises im Strafsenkörper, die häufig nicht genügend gewürdigt wird, liegt in der Anordnung der für die Spurkränze der Strafsenbahnfahrzeuge erforderlichen Spurkranzrillen. Diese dürfen nicht zu weit sein, weil sonst leicht die Räder der längs der Bahn sich bewegenden Fuhrwerke in den Rillen hängen bleiben, während bei zu schmalen Rillen die das Gleis kreuzenden Pferde mit Stollen oder Griff leicht hängen bleiben und zu Schaden kommen, wie leider viele Vorfälle zeigen. Die Breite der Rillen wird deshalb innerhalb der Grenze von 30 bis 35 mm zu halten sein. Man kann zwar die Spurrille ganz vermeiden, wenn man die zwischen den Schienen liegende Strafsenoberfläche niedriger anordnet; dies stört aber den Verkehr auf der Strafse wesentlich, man wird nur in wenig verkehrsreichen ländlichen Strafsen solche Ausführung zulassen können. Bei Beschreibung der Oberbausysteme kommen wir auf diesen Gegenstand zurück.

Die in der Strafsenoberfläche auszusparende Spurkranzrille bildet nicht den einzigen Nachteil der Strafsenbahnen, sondern es kommt noch mehr die Störung des Verkehrs in Betracht: Das Strafsenfuhrwerk mufs der Bahn ausweichen, die von den Gleisen in Anspruch genommene Fläche ist für das Fuhrwerk fast nicht mehr benutzbar, in einzelnen Städten ist die Benutzung sogar polizeilich verboten, der Zugang zu den Gebäuden ist in mancher Beziehung erschwert, an den Strafsenkreuzungen sind Zusammenstöfse von Strafsenbahnwagen und Fuhrwerken sehr häufig.

Es leidet aber auch die Unterhaltung der Strafsen, es mufs häufig dem Querprofil derselben Zwang angetan werden, um eine möglichst wagerechte Lage der Gleise erreichen zu können, die Schienen setzen sich unter der Belastung der schweren Motorwagen, das Pflaster neben den Schienen gerät in Unordnung, und Pflasterausbesserungen neben dem Gleise stören den Verkehr nicht unerheblich. Überhaupt zeigt sich, dafs bei allen Strafsenbefestigungen mehr oder weniger der Anschlufs an die Strafsenbahnschienen nur mit Schwierigkeit zu bewerkstelligen, beziehungsweise zu unterhalten ist; letzteres namentlich bei Asphaltstrafsen.

Es wird weiterhin gezeigt werden, welche Mafsnahmen die Strafsenbahn- und Strafsenbau-Techniker (denn beide müssen hier Hand in Hand arbeiten) angewandt haben, um die vorstehend erwähnten Nachteile zu beseitigen oder doch wenigstens erheblich einzuschränken, Nachteile, welche zwar für den Strafsenbau, besonders auf städtischen Strafsen, oft recht fühlbar sind, aber durch die grofsen wirtschaftlichen Vorteile, die der Allgemeinheit mit der Schaffung eines billigen und schnellen Beförderungsmittels erwachsen, bei weitem aufgewogen werden.

Diese Vorteile sind von so erheblicher Bedeutung, dafs man mit Recht die Strafsenbahnen als einen wichtigen Kulturfaktor für die in Betracht kommende Bevölkerung bezeichnen kann.

2. Geschichtliche Entwickelung der Strafsenbahnen. Die vielfach übliche Benennung „Trambahn“[1]) oder „Tramway“ für Strafsenbahn weist hin auf den Ursprung der Gleisbahnen überhaupt. Bereits im 16. Jahrhundert (Bergwerkbuch des Agricola 1557) findet sich die Bezeichnung „Trömenbahnen“ (vom althochdeutschen trëman = zusammenfügen, zimmern) für die in den deutschen Kohlenbergwerken gebräuchlichen Balkengleise (s. Abb. 1 u. 2), auf welchen die zur Beförderung der Kohlen dienenden „Hunde“ befördert

[1]) „Tram“ bedeutet wörtlich „Balken“; so heifst es in der deutschen Bibelübersetzung (nach Campe, Wörterbuch der deutschen Sprache. Braunschweig 1810): „Was siehestu ein Dorn in dem Aug deines Bruders, aber den „Tram“ in deinem Aug merkestu nicht.“

werden (so genannt wegen des dem Hundegebell ähnlichen Geräusches, welches durch den Führungsstift des Wagens verursacht wurde).

Abb. 1 u. 2. *Trömenbahn für Bergwerke im XVI. Jahrhundert.* M. 1 : 50.

Abb. 1. Seitenansicht.

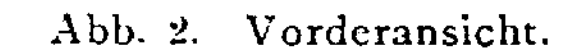
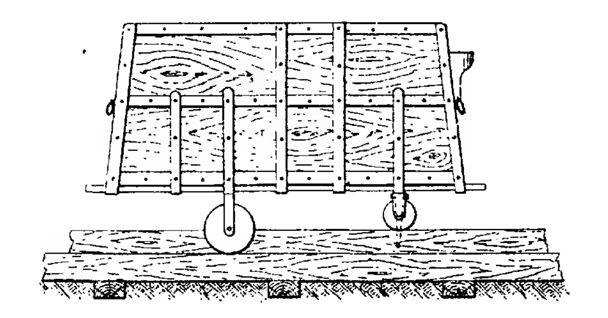
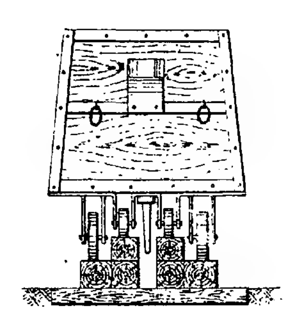


Abb. 2. Vorderansicht.

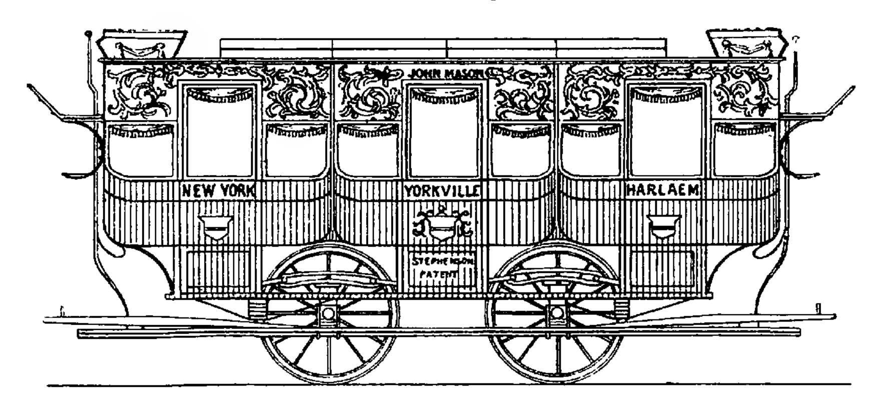




Diese „Trömenbahnen“ bilden die Grundform für die späteren Spurbahnen, die Eisenbahnen und Strafsenbahnen. Während aber die ersteren infolge der grofsen Ansprüche, welche die Beförderung schwerer Lasten und die Fortbewegung mit gröfserer Geschwindigkeit an ihre Tragfähigkeit stellten, sehr bald Ausführungsformen erhielten, welche sich wesentlich von der Ursprungsform unterscheiden, während also in kurzer Zeit die „Tram“-Bahn zur „Eisen“-Bahn wurde, hat sich bei den Strafsenbahnen der „Tram“-Weg in Form von hölzernen Langschwellen mit aufgenagelten eisernen Flachschienen noch lange Zeit erhalten, wie an anderer Stelle gezeigt werden wird.

Die erste Strafsenbahn ist im Jahre 1832 zwischen New-York und dem Vororte Harlaem eingerichtet worden. Die Bahn diente als Anschlufsbahn zur Einführung von Eisenbahnwagen in das Stadtinnere. Der mit Normalspur verlegte Oberbau bestand aus hölzernen Langschwellen mit einfachen aufgenagelten Flacheisen (vergl. Taf. XIV, Abb. 1). Die Langschwellen waren mittels Keilen auf in den Strafsen eingebetteten hölzernen Querschwellen befestigt; letztere wurden vollständig in Kiesbettung verlegt und so hoch damit überdeckt, dafs die Pferde ungehindert zwischen den Schienen laufen konnten. Der Vollständigkeit wegen möge hier der erste Strafsenbahnwagen Erwähnung finden, welcher von der John Stephenson Co., New-York gebaut und auf den Namen „John Mason“ getauft wurde. Derselbe war, wie Abb. 3 zeigt, ein zweiachsiger, verhältnismäfsig leichter Wagen, nach dem Muster der ersten Eisenbahnfahrzeuge gebaut und aus drei Abteilen zusammengesetzt. Der Wagen war mit je einem hochgelegenen Kutschersitz an den Enden versehen, um das Umdrehen an den Endpunkten der Linie zu vermeiden.

Abb. 3. *Erster Pferdebahnwagen in New-York 1831.*



Als der Strafsenbahn New-York-Harlaem später der Betrieb mit Lokomotiven gestattet wurde, verlor diese Bahn die Eigenschaft einer Pferdebahn. Erst im Jahre 1852 wurde in New-York eine eigentliche Pferdebahn, welche dem regelmäfsigen öffentlichen Personenverkehr diente, angelegt. Der Erbauer, der französische Ingenieur **Loubat**, verwendete hierbei eine flache, mit Rillen versehene Schiene, die auf Langschwellen

aufgenagelt war, während die Langschwellen durch darunter liegende Querschwellen, ähnlich der vorbeschriebenen Ausführung vom Jahre 1832, unterstützt wurden. Die Anordnung des im übrigen eingepflasterten Oberbaues ist aus Taf. XIV, Abb. 3 ersichtlich.

Die bei dieser Schiene bereits ausgeführte Rille ist dann später verlassen worden und es hat der für die amerikanischen Strafsenbahnen charakteristische, flache Schienenkopf mit erhöhter Lauffläche allgemeine Einführung gefunden. Infolge der ungünstigen Strafsenbauverhältnisse, die in vielen amerikanischen Städten bestanden, fuhren die übrigen Strafsenfuhrwerke mit besonderer Vorliebe auf den Pferdebahngleisen, und diese erhielten daher, um das Befahren durch andere Wagen zu erleichtern und ein Lockern der Schienen hierbei möglichst zu verhindern, eine entsprechend verbreiterte, flache Form; es entstand so im Jahre 1855 in Philadelphia die „Stufenschiene" (*step-rail*), wie Taf. XIV, Abb. 4 zeigt.

Die Schienen hatten ein Gewicht von 22,8 **kg** f. d. lfd. **m**, lagen auf Langschwellen von 127/177 **mm**, die auf Querschwellen befestigt waren; die Spurweite betrug 1,57 **m**.[2]) Durch die eigentümliche Bauart der Städte entwickelten sich in Nordamerika, wie schon oben erwähnt, die Strafsenbahnen zu aufserordentlicher Blüte.

Die ersten Bestrebungen zur Einführung der Strafsenbahnen in England sind auf den Amerikaner G. F. Train zurückzuführen, der im Jahre 1857 die Anlage von Strafsenbahnen in London, sowie einigen Provinzstädten in Vorschlag brachte. Es gelang ihm aber erst im Jahre 1860, die erste Strafsenbahn in Birkenhead ins Werk zu setzen, wobei die Philadelphiaschienen mit erhöhter Lauffläche verwendet wurden. In London wurde im Jahre 1861 die erste Strafsenbahn verlegt. Die Bahnen gingen aber infolge der ungünstigen Erfahrungen, die man mit den Philadelphiaschienen machte, bald wieder ein, und erst im Jahre 1865 wurde der Bau der Strafsenbahnen wieder mit gröfserer Energie aufgenommen. Die bis zu den 80er Jahren bevorzugten Schienen waren meist Flachschienen mit nach unten liegenden seitlichen Verstärkungsrippen auf Holzschwellen (Bauart Larsen) (vergl. Taf. XIV, Abb. 9).[3])

Die erste Strafsenbahn in Frankreich wurde im Jahre 1854 von dem französischen Ingenieur Loubat in Paris von der Place de la Concorde nach Passy in der Avenue de la reine hergestellt. Ihr Oberbau (s. Taf. XIV, Abb. 3) bestand aus 19 **kg** schweren Schienen von 76 **mm** Breite und 30 **mm** breiter, 22 **mm** tiefer Rille, ferner aus 101 **mm** breiten und 152 **mm** hohen Langschwellen, die auf 2 **m** entfernt liegenden Querschwellen befestigt waren. Die Spurweite betrug 1,54 **m**, wurde aber später bei Neubauten auf 1,435 **m** abgeändert. Die in den Provinzstädten, wie Havre, Marseille, Versailles u. s. w. ausgeführten Strafsenbahnen lehnten sich in ihren Oberbauformen im allgemeinen an die Pariser Vorbilder an, nur in Lille wurde ein den Lokomotivbahnen ähnliches Profil angenommen, wobei Fahr- und Gegenschiene auf einem grofsen eisernen Stuhl gelagert waren, ähnlich der Bauart Marsillon (Taf. XIV, Abb. 50), welches auch in späterer Zeit vielfach in Frankreich Anwendung gefunden hat. Das Gewicht der Fahrschiene betrug in Lille 14 **kg**, das der Zwangschiene 11 **kg**, der Abstand der Stühle 1,5 **m**.

Die erste Strafsenbahn in Holland wurde im Jahre 1863 von Haag nach Scheveningen, und in Belgien im Jahre 1869 von Schaerbeck nach dem Bois de la Cambre (Brüssel) erbaut. In Dänemark wurde 1862 mit dem Bau einer Strafsenbahn

[2]) Clark, Die Strafsenbahnen. Leipzig 1880. S. 4.

[3]) Daselbst, S. 6 bis 22.

(Kopenhagen) begonnen, während in Österreich die erste Strafsenbahn im Jahre 1867 in Wien nach der Bauart Loubat dem Betrieb übergeben wurde.

In Deutschland bewarb sich der deutsche Ingenieur Moller seit Anfang der 60er Jahre eifrig um die Erlangung von Strafsenbahnkonzessionen, die er für Berlin und Hamburg auch schliefslich erhielt. So wurde am 25. August 1865 infolge von Mollers Bemühungen als erste Strafsenbahn in Deutschland die Linie von Berlin nach Charlottenburg, vom Brandenburger Tor durch den Tiergarten führend, auf der Charlottenburger Chaussee eröffnet.

Die Bahn ist von Oberingenieur Culin erbaut, der Oberbau lehnte sich an die nordamerikanischen Vorbilder an und bestand aus leichten Flachschienen auf Lang- und Querschwellen, die durch Winkeleisen verbunden waren. Die Schienen wogen 19,3 und 23 **kg**, die leichtere Schiene, mit offener Rille, ähnlich dem Profil von Philadelphia (Taf. XIV, Abb. 4) war in den chaussierten Strafsen, die schwerere mit geschlossener Rille, ähnlich dem Profil auf Taf. XIV, Abb. 13, in den gepflasterten Strafsenstrecken verwendet. Die Schienen wurden mittels versenkter Schrauben von oben auf den hölzernen Langschwellen befestigt. Die Bahn war eingleisig mit Ausweichstellen angelegt, erst im Jahre 1876 wurde sie doppelgleisig ausgebaut.

Tabelle I. **Ausdehnung und Verkehr der Strafsenbahnen in den deutschen Grofsstädten i. J. 1910.**

(Nach der Einwohnerzahl angeordnet.)

Nr.	Name der Stadt	Einwohnerzahl des Verkehrsgebietes	Bahnlänge in Kilometer Gleis	Zahl der beförderten Personen (in Millionen)	Zahl der gefahrenen Wagenkilometer (in Millionen)	Fahrten auf den Kopf der Bevölkerung	Kilometer Gleis auf 10000 Einw.
1	Berlin	3200000	814	543,223	127,962	170	2,54
2	Hamburg-Altona . . .	1200000	368	156,983	51,251	131	3,07
3	München	600000	201	103,342	24,978	172	3,35
4	Leipzig	590000	226	107,849	32,947	188	3,83
5	Dresden	550000	230	105,366	31,413	192	4,18
6	Köln a. Rh.	520000	172	97,279	20,978	187	3,31
7	Breslau	520000	143	70,610	18,967	136	2,75
8	Frankfurt a. M. . . .	420000	151	93,463	25,492	222	3,40
9	Hannover	400000	294	53,100	16,546	133	7,35
10	Nürnberg-Fürth . . .	400000	90	37,111	10,336	93	2,25
11	Düsseldorf	360000	126	57,082	13,186	159	3,50
12	Elberfeld-Barmen . . .	340000	76	19,278	5,348	57	2,24
13	Bochum-Gelsenkirchen .	310000	83	20,289	6,245	65	2,68
14	Essen a. Ruhr	300000	121	33,557	8,849	112	4,03
15	Chemnitz	290000	76	25,828	6,804	89	2,62
16	Stuttgart-Cannstatt . .	290000	98	39,416	9,491	136	3,38
17	Magdeburg	280000	82	31,222	7,922	112	2,93
18	Mannheim-Ludwigshafen	280000	88	28,556	7,110	102	3,14
19	Bremen	250000	83	31,487	8,680	126	3,32
20	Königsberg	250000	86	19,500	6,100	78	3,44
21	Stettin	240000	65	18,676	5,800	78	3,71
22	Duisburg	230000	69	14,799	3,760	64	3,00
23	Dortmund	220000	60	19,623	4,732	89	2,73
24	Danzig	200000	64	15,032	5,485	75	3,20
25	Strafsburg i. E. . . .	200000	91	28,441	8,500	142	4,55

Die grofse Berliner Pferdeeisenbahn-Aktiengesellschaft[4]) wurde im Jahre 1871 von dem Bankier Jos. Pinkus ins Leben gerufen, und es wurde im Jahre 1873 die erste Strecke vom Rosentaler Tor bis zum Gesundbrunnen eröffnet.

Seit den 70er Jahren haben die Strafsenbahnen überall ganz bedeutende Ausdehnung gewonnen, dieselben sind in neuester Zeit selbst in kleinen Städten von weniger als 50000 Einwohnern zur Ausführung gekommen. Über die Ausdehnung der Strafsenbahnen in einzelnen Städten gibt vorstehende Tabelle I einen Überblick, es sind in derselben die Anzahl der Kilometer Strafsenbahn auf 10000 Einwohner und die Zahl der Fahrten auf den Einwohner und das Jahr zusammengestellt.

Die geschichtliche Entwickelung der Strafsenbahnen kann auch noch in der Richtung aufgefafst werden, dafs die Oberbauformen in Betracht gezogen werden, wie dieselben nach und nach verbessert und den Anforderungen verstärkten Verkehrs, besseren Anschlusses an den Strafsenkörper und vermehrter Tragfähigkeit infolge steigenden Wagengewichtes u. s. w. angepafst worden sind. Die Hauptveränderung, die im Laufe der Jahre in der Anordnung des Strafsenbahnoberbaues sich vollzogen hat, besteht im Ersatz der Holzunterlage durch Eisenkonstruktionen in Form von Einzelheiten, und in weiterer Folge in der Einführung von Trägerschienen mit offener oder geschlossener Spurrille. Es erscheint am einfachsten, diese im Laufe der Zeit gemachten Fortschritte bei den einzelnen zur Anwendung gekommenen Bauarten zu besprechen.

3. **Die Einteilung der Strafsenbahnen** kann nach verschiedenen Gesichtspunkten geschehen:

a) Nach Zweck und Verkehr der Bahnen.

α. Strafsenbahnen für den Personenverkehr in gröfseren und kleineren Städten.

β. Strafsenbahnen für den Güterverkehr (Stückgut oder Wagenladungen), (Strafsenbahn in Forst i. L.) zur Bedienung industrieller Anlagen.

γ. Strafsenbahnen für Personen- und Güterverkehr zur Verbindung benachbarter Ortschaften, somit Kleinbahnen ohne eigenen Bahnkörper auf Landstrafsen.

δ. Bahnen jeglicher Art auf eigenem Unterbau.

Die unter δ. angeführten Bahnen liegen aufserhalb des Bereichs des gewöhnlichen Strafsenverkehrs und fallen daher nicht in den Rahmen unserer Besprechung.

b) Nach der angewendeten Zugkraft.

α. Strafsenbahnen mit tierischer Zugkraft.

β. Strafsenbahnen mit Dampf-, Gas- oder Druckluft-Betrieb.

γ. Strafsenbahnen mit Kabelbetrieb.

δ. Strafsenbahnen mit elektrischem Betrieb u. s. w. mit ober- oder unterirdischer Stromzuleitung von einer Kraftstation aus, oder Teilleiteranlage mit Kontaktknöpfen, oder Akkumulatorenbetrieb.

Die verschiedenen bei Strafsenbahnen angewendeten Motoren kommen hier nur insofern in Betracht, als sie einen verschiedenen Einflufs auf die Anordnung des Oberbaues, auf die Strafsenunterhaltung und den Strafsenverkehr ausüben, und ist in dieser Beziehung folgendes anzuführen.

[4]) Zeitschr. f. Kleinbahnen 1895, S. 163.

Bezüglich des Pferdebetriebes, welcher nur noch vereinzelt Anwendung findet, ist nachstehendes zu bemerken: Ein Pferd zieht einen Strafsenbahnwagen mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 150 m in der Minute = 9 km in der Stunde und kann etwa 3 Stunden lang jeden Tag in Tätigkeit sein; die Leistung eines Pferdes ist somit nicht besonders grofs. In Städten mit steilen Strafsen können deshalb nur kleine Wagen angewendet werden, oder man mufs auf steilen Strecken zum Vorspann greifen (vergl. § 2, S. 430). Zu Zeiten ungewöhnlich starken Verkehres erscheint es schwierig, die nötigen Pferde zu stellen, so dafs die Bewältigung grofsen Verkehres durch Pferde nur schwer zu bewerkstelligen ist. Als Vorteil erscheinen die leichten Wagen, so dafs Oberbau einfachster Anordnung ohne besonders sorgfältige Unterbettung anwendbar ist.

Für die Lokomotiven als Motor spricht deren grofse Leistungsfähigkeit, die auch leicht den wechselnden Verhältnissen angepafst werden kann; Nachteile sind deren grofses Gewicht, das einen starken Oberbau verlangt, die vielen im Äufsern der Lokomotive sich bewegenden Teile, welche eine Ummantelung des Untergestelles nötig machen, namentlich aber das Verkehrsgeräusch und die Rauch- und Dampfausströmung, welche für die Bewohner der Strafse sehr lästig, für den Strafsenverkehr gefährlich sind. Die Strafsen und namentlich die Haltestellen sind schwer rein zu halten, weil das Abfliefsen von Wasser und Öl aus den Maschinen, das Herausfallen von Schlacken aus dem Rost u. s. w. nicht zu vermeiden ist. Man wird deshalb wohl die Lokomotive als für städtische Strafsen ungeeignet bezeichnen müssen und die Anwendung des Lokomotivbetriebes auf Strecken aufserhalb der Städte beschränken.

Die Motoren mit anderem mechanischen Antrieb (Gas oder Druckluft) vermeiden zwar die meisten Nachteile des Lokomotivbetriebes, indessen haben dieselben andere Nachteile, welche u. a. in der geringen Zugkraft und in den hohen Betriebskosten der umständlichen motorischen Einrichtungen bestehen.

Bezüglich der Kabelbahnen ist zu bemerken, dafs sie eine besondere Anordnung des Oberbaues erfordern, weil in der Strafsenoberfläche ein besonderer offener Schlitz erforderlich ist, durch welchen mit Hilfe des Greifers die Verbindung mit dem in einem unterirdischen Kanal liegenden Kabel erfolgt. Solche Kabelbahnen sind nur bei sehr starkem und regelmäfsigem Verkehr angezeigt, oder wo infolge der eigentümlichen Trassierung der städtischen Strafsen sehr starke Steigungen vorkommen, welche durch andere Motoren nicht zu überwinden sind. Bei diesen Kabelbahnen, sowie bei elektrischen Bahnen mit Zuleitung in unterirdischem Kanal, mufs der Oberbau mit diesen Kanälen entsprechend verbunden sein, bezw. auf diese Kanäle in zuverlässiger Weise abgestützt werden, also meist besondere Formen erhalten.

Den wesentlichsten Fortschritt im Strafsenbahnwesen bezeichnen die elektrischen Motoren, die Vorteile derselben sind so hervorragend, dafs sie alle anderen Betriebsarten verdrängt haben. Der Akkumulatorwagen erscheint zwar als die natürlichste Anwendung der Elektrizität, weil jeder Wagen für sich unabhängig ist, aber das grofse Eigengewicht dieser Kraftquelle bedingt sehr schwere Wagen, so dafs ein schwerer Oberbau nötig ist, starke Steigungen schwer zu überwinden sind; auch die Unterhaltung bezw. Auswechselung der Akkumulatoren bringt Mifsstände mit sich, schliefslich sind auch die Stromkosten wegen des grofsen Wagengewichtes und der Stromverluste in den Akkumulatoren nicht unerheblich. Daher hat sich dieses System des elektrischen Betriebes als unwirtschaftlich erwiesen und ist überall, wo Versuche damit gemacht worden sind, aufgegeben worden. Ob neuere Versuche, welche mit „Edison"-Akkumulatoren (Eisen-Nickel-Elemente mit Kalilauge als Elektrolyt) vorgenommen werden, bessere Ergebnisse liefern werden, bleibt abzuwarten.

Demgegenüber hat die Zuleitung des elektrischen Stromes von Kraftwerken aus grofse Vorteile, die allerdings bei unterirdischer Zuführung bedeutende Anlagekosten erfordert, daher ist nicht zu verwundern, dafs die oberirdische Zuleitung allgemein bevorzugt wird, zumal sie für den Betrieb der Bahn wegen ihrer Einfachheit und Zuverlässigkeit die gröfsten Vorteile bietet.

Als Nachteile der elektrischen Bahnen sind anzuführen die grofsen Wagengewichte[5]), ferner die Beeinträchtigung des Strafsenbildes durch die Fahrdrähte und Spanndrähte, namentlich bei Strafsenkreuzungen und auf Plätzen. Als milderndes Moment mag angeführt werden, dafs durch passende Anordnung von Gegenspanndrähten und Anwendung des Schleifbügels an Stelle der Kontaktrolle die Menge der Drähte eingeschränkt wird, auch die Gewohnheit bald über diese Drahtzüge hinwegsehen läfst.

Ob durch unterirdisch geführte Teilleiteranlagen mit Kontaktknöpfen eine Verbesserung der elektrischen Zuleitung des Stromes erzielt werden kann, wird den Erfindungen der Zukunft vorzubehalten sein, die bisher bekannten derartigen Ausführungen haben alle den Nachteil umständlicher und nicht immer betriebssicherer Einrichtungen, auch sind die Baukosten ziemlich beträchtlich.

Nebenbei seien noch diejenigen Strafsenbahnen erwähnt, bei welchen die Betriebsmittel vermöge einer besonderen Einrichtung die Gleise verlassen und auf der Strafse wie die gewöhnlichen Strafsenfuhrwerke weiterfahren können. Eine derartige Anordnung ist in früherer Zeit mehrfach angewendet worden, so u. a. in Hamburg, Antwerpen, Kopenhagen, Berlin und ist noch jetzt bei einigen Omnibussen in Brüssel im Betrieb. Die Wagen waren mit einem fünften Rade versehen, das allein mit Spurkranz versehen war, und durch Handhabung eines Hebels aus dem Gleise herausgehoben werden konnte, wenn der Wagen das Gleis verlassen sollte. Bei diesen Bahnen konnte der Betrieb nach beiden Richtungen durch ein Gleis ohne besondere Ausweichungen bewältigt werden. Eine ausgedehntere Anwendung hat auch dieses System nicht gefunden.

4. Anforderungen an den Oberbau der Strafsenbahnen. Die allgemein eingetretene Zunahme des Verkehres und die Vergröfserung der Fahrgeschwindigkeit, namentlich aber die Einführung des elektrischen Betriebes und die Verwendung schwerer Motorwagen haben die Ansprüche an den Strafsenbahnoberbau wesentlich erhöht. Die Anforderungen, die heute an den Oberbau der Strafsenbahnen in grofsen Städten mit gut befestigten Strafsen gestellt werden, lassen sich etwa in folgendem zusammenfassen.

a) Vom Standpunkt der städtischen Verwaltungen: Der Strafsenbahnoberbau darf den öffentlichen Verkehr der Strafsenfuhrwerke, Reiter und Fufsgänger nicht erheblich beeinträchtigen, die Schienen dürfen über die Strafsenoberfläche nicht vorstehen, die Rillen für den Spurkranz müssen so breit und derart geformt sein, dafs Griff und Stollen der Pferdehufe sich nicht festklemmen können, aber auch nicht so weit sein, dafs die Räder der Strafsenfuhrwerke hängen bleiben. Wesentlich ist sodann, dafs die Schienen eine derartige Unterbettung erhalten, dafs das Setzen der Schienen und des anstofsenden Pflasters vermieden wird, eine Bedingung, die bei Chaussierung gar nicht, bei Pflaster nur schwer zu erfüllen ist.

Bei den Strafsenbahnen mit elektrischem Oberleitungs-Betriebe ist zunächst erforderlich, dafs die oberirdisch geführten Fahrdrähte und Spanndrähte (namentlich in Kurven), und die zur Aufhängung der letzteren dienenden Masten das Strafsenbild und

---

[5]) Eigengewicht eines Pferdebahnwagens für 24 Personen rd. 1400 kg, eines elektrischen Motorwagens von gleichem Fassungsvermögen rd. 8000 kg.

den Verkehr auf den Fufswegen nicht zu sehr beeinträchtigen, ferner mufs sowohl bei oberirdischer als auch unterirdischer Zuleitung des Stromes dafür gesorgt werden, dafs die Schienenstöfse vollkommen stromleitend verbunden sind, damit nicht durch abirrende Ströme die in der Nähe der Strafsenbahn liegenden Wasserleitungsröhren beschädigt und die Schwachstromleitungen beeinflufst werden.

Wenn, wie es noch mehrfach der Fall ist, die Telephon- und Telegraphenleitungen nicht mit Rückleitung versehen sind, so ist die Störung der schwachen Ströme in diesen Leitungen durch Induktionsströme der starken Arbeitsleitungen der Strafsenbahnen nicht ausgeschlossen, und es wird häufig nötig sein, vor Ausführung der elektrischen Bahnen die oberirdischen Telephon- und Telegraphenleitungen in andere Strafsen zu verlegen oder geeignete Schutzvorkehrungen zu treffen; der Umbau der Leitungen fällt in diesem Falle dem Unternehmer der Strafsenbahn zur Last, wobei allerdings den Städten für ihre eigenen Betriebe gewisse Vorrechte eingeräumt sind (vergl. Telegraphen-Wegegesetz vom 1. Jan. 1900, § 6).

Die Stadtverwaltungen werden häufig der Strafsenbahn-Gesellschaft die Auflage machen, die zwischen den Schienen liegende Pflasterung und etwa noch Streifen von 0,3 bis 0,5 m Breite neben den Schienen auf eigene Kosten zu unterhalten und zu reinigen. Auch bei Verwendung anderer als tierischer Zugkraft beeinflufst und schädigt die Strafsenbahn die Strafsenunterhaltung, und es erscheint ein derartiges Verlangen der Stadtverwaltungen daher wohl gerechtfertigt.

b) Vom Standpunkt der Strafsenbahnverwaltung aus wird an den Oberbau vorzugsweise die Anforderung zu stellen sein, dafs er genügende Festigkeit gegen senkrechte Belastung, gegen Spurerweiterungen und gegen kippende Bewegung der Schienen besitzt und derartig fundiert ist, dafs ein Setzen möglichst nicht vorkommt. Auf einer Eisenbahn, die auf eigenem Unterbau liegt, ist das Setzen leicht auszugleichen, bei der Strafsenbahn aber mufs der festgefahrene Schotter neben den Schienen mit Mühe herausgehauen, das vorhandene Pflaster aufgebrochen und nach der Hebung wieder eingepflastert werden, was grofsen Zeitverlust und Kosten verursacht. Die Spurkranzrillen sind so zu bilden, dafs sie leicht gereinigt werden können, und die Laufflächen sind so zu legen, dafs die Befestigungsmittel von den Rädern nicht berührt werden und die Schienen möglichst achsial belastet werden.

Ein Hauptaugenmerk ist auf die Anordnung der Schienenstöfse zu richten, da hier ungleiches Setzen am leichtesten eintreten kann, wodurch dann eine baldige Zerstörung der Schienenenden herbeigeführt wird. Namentlich wichtig ist dies für den elektrischen Betrieb, weil die beim Übergang über schlecht passende Schienenstöfse entstehenden Stofswirkungen wegen des grofsen Raddruckes besonders nachteilig für die Gleislage sind und auch auf die Motorwagen selbst sehr schädlich einwirken, weshalb hier verbesserte Stofsverbindungen zur unabweisbaren Forderung geworden sind.

Bei elektrischen Bahnen mit Unterleitung und bei Kabelbahnen wird endlich noch zu fordern sein, dafs der Schlitz, in den der Pflug zur Abnahme des Stromes (bezw. bei Kabelbahnen der Greifer) in den unterirdischen Kanal eingeführt wird, von Schienen in entsprechender Weise eingefafst und in seiner Lage vollständig gesichert ist. Der Schlitz darf nicht zu weit sein. Zum Zweck der Revision bezw. zur Ansammlung der Abfallstoffe müssen Schächte an passenden Stellen in der Strafse angebracht werden.

Aus obigem dürfte hervorgehen, dafs an einen guten Strafsenbahnoberbau aufserordentlich schwere Anforderungen gestellt werden müssen, wodurch naturgemäfs Konstruktionen bedingt sind, welche sich als recht kostspielig erwiesen haben.

§ 2. Bewegungswiderstände auf Strafsenbahnen. Die Widerstände der Bewegung der Fahrzeuge auf Strafsenbahnen sind zunächst dieselben, wie diejenigen der gewöhnlichen Strafsenfuhrwerke: Zapfenreibung und rollende Reibung, wofür unter Zusammenfassung beider Widerstände die Formel gilt:

$$W_1 = \mu Q \quad \ldots \ldots \quad 1.$$

Die Werte von μ können aus den Versuchen abgeleitet werden, welche für Eisenbahnfahrzeuge durch mehrfache Messungen festgestellt sind, sofern Strafsenbahnfahrzeuge wenigstens annähernd dieselben Anordnungen aufweisen, wie Eisenbahnwagen, auch der Oberbau, soweit derselbe hier in Betracht kommt, geringe Unterschiede gegenüber dem Eisenbahnoberbau zeigt; so z. B. bei nebenbahnähnlichen Kleinbahnen mit besonderem Bahnkörper und Fahrzeugen mit grofsem Radstand. Diesem Widerstand wird für Eisenbahnfahrzeuge mit Rücksicht auf die gröfsere Fahrgeschwindigkeit meist noch ein Ausdruck hinzugefügt, welcher das Quadrat der Geschwindigkeit enthält, und welcher den Luftwiderstand und die durch die vermehrte Geschwindigkeit entstehenden Reibungswiderstände darstellt, so dafs:

$$W_1 = Q\,(\mu + k\,v^2) \quad \ldots \ldots \quad 2.$$

wo v die Geschwindigkeit der Wagen in Metern in der Sekunde, k einen Zahlenkoeffizienten darstellen.

Wir entnehmen dem Handbuch der Ing.-Wissensch., Teil V[6]) die für Güterzüge festgesetzten Koeffizienten

$$\mu = 0{,}004 \quad \text{und} \quad k = 0{,}00002 \quad \ldots \ldots \quad 3.$$

und erhalten dann für eine Maximalgeschwindigkeit von 30 **km** i. d. Std. ($v = 8{,}33$)

$$W_1 = (0{,}004 + 0{,}00002 \,.\, 8{,}33^2)\, Q = 0{,}0054 \,.\, Q \quad \ldots \ldots \quad 4.$$

und für Geschwindigkeiten von nur 15 **km** i. d. Std. $\mu = 0{,}0043$, oder wenn Q in Tonnen, W in **kg** ausgedrückt wird, den Widerstand auf den wagerechten Geraden zu 5,4 bezw. 4,3 **kg/t**.

Es wäre irrig, diese Zahlen einfach für den Widerstand von Strafsenbahnwagen zu Grunde zu legen, da bei Strafsenbahnen doch in mancher Beziehung Umstände obwalten, welche von denen bei einer Hauptbahn abweichen. Gewöhnlich sind bei Strafsenbahnen die Gleise weniger sorgfältig unterhalten, da die Unterhaltung viel gröfsere Schwierigkeiten bietet als bei Eisenbahnen, auf den Schienen wird auch bei gutem Wetter die Oberfläche nicht so sauber erhalten werden können, wie bei dem stets freiliegenden Oberbau der Hauptbahnen. Einen sehr schädlichen Einflufs üben noch die schmalen Spurkranzrillen aus, welche vielfachen Anlafs zum Anstreifen der Räder abgeben und aufserdem noch dadurch schädlich wirken, dafs Steine, Strafsenkot u. s. w. in dieselben hineingelangen, welche von den Rädern zerdrückt und auf die Seite gedrängt werden müssen. Bei kotigem Wetter, namentlich aber bei Schneefall und bei abwechselndem Auf- und Zufrieren können sich die Reibungswiderstände sehr erheblich vergröfsern. Diese Umstände sind durch Dynamometerversuche mit Strafsenbahnwagen bestätigt worden, bei welchen Widerstände von 7 bis 18 **kg** für die Tonne beobachtet worden sind.[7]) Es erscheint deshalb angezeigt, für mittlere Verhältnisse den Widerstand auf der geraden und wagerechten Strafsenbahn zu 10 bis 12 **kg** für die Tonne Wagengewicht in Rechnung zu stellen.

---

[6]) Handbuch der Ing.-Wissensch. Bd. V. Leipzig 1897. 1. Abt. II. Kap. S. 182, Formel (3 A).

[7]) K. Clark, Die Strafsenbahnen. Leipzig 1880. S. 136 u. ff.

Einen ungünstigen Einflufs auf die Bewegungswiderstände üben ferner Krümmungen aus, weil hier durch das Anstreifen und Zwängen der Spurkränze in den engen Spurkranzrillen ein Widerstand in höherem Mafse eintreten mufs, als bei Eisenbahnen mit freiliegenden Schienen. Die bei Eisenbahnen für den Kurvenwiderstand aufgestellten Formeln sind deshalb auf Strafsenbahnen nicht anwendbar, es dürfte auch schwer sein, von einer für bestimmte Spurweite und Radstand angestellten Versuchsreihe allgemeine Schlüsse abzuleiten, da Rillenweite, Spurkranzbreite und Spielraum der Räder sehr verschieden sind. Von den verschiedenen bekannten Formeln dürfte die von Perdonnet[8]) für einzelne in Kurven sich bewegende Fahrzeuge aufgestellte Formel unter besonders günstigen Umständen Anwendung finden können:

$$W_2 = f\,Q\,\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{\rho} + f\,\frac{Q}{g}\,\frac{V^2}{\rho}\,\frac{\sqrt{2Rh+h^2}}{R} \quad \ldots\ldots\ldots 5.$$

in welcher der erste Ausdruck den Widerstand durch die Drehung des Wagens auf den Schienen, der zweite Ausdruck die Reibung des Spurkranzes durch die Zentrifugalkraft darstellt. Setzen wir als Zahlenbeispiel:

f den Reibungskoeffizienten zwischen Rad und Schiene = 0,17,
a die halbe Spurweite = 0,5 m,
b den halben Radstand eines zweiachsigen Wagens = 0,9 m,
ρ den Krümmungshalbmesser = 15,0 m,
V die Geschwindigkeit in m i. d. Sek. = 4,2 m (15 km i. d. Std.),
R den Radhalbmesser = 0,39 m,
h die Höhe des Spurkranzes = 0,02 m,

so erhalten wir:

$$W_2 = 0{,}0117 + 0{,}0066 = 0{,}0183\,Q$$

oder = 18 kg für die Tonne. Für eine Geschwindigkeit von 10 km i. d. Std., $V = 2{,}8$ m ergibt sich $W_2 = 0{,}0117 + 0{,}0029 = 0{,}0146\,Q$ nahezu 15 kg/t.

Diese Werte können für Pferdebetrieb allenfalls als zutreffend erachtet werden. wo vermöge des seitlichen Auslenkens der Zugtiere die Reibung der Räder in den Spurrillen etwas verringert wird; dagegen sind bei elektrischem Betrieb gröfsere Krümmungswiderstände zu beobachten, weil hier der Motor das Fahrzeug in tangentialer Richtung antreibt, und daher ein Anlaufen bezw. Zwängen der Spurkränze in den Spurrillen eintritt.

Je nach dem Zustand des Gleises (Rillentiefe, Spur- und Rillenerweiterung) und der Wagen bezw. ihrer Achsenanordnung (feste Achsen, Lenkachsen oder Drehgestelle) sind die Krümmungswiderstände bei elektrischen Strafsenbahnen etwa $1^1/_2$ bis 2 mal so grofs, wie die nach Perdonnet berechneten Werte und können bei besonders ungünstigen Verhältnissen bis zum 3 und 4 fachen Wert des Widerstandes der geraden Bahn ansteigen.

Das Auskunftsmittel, das früher häufig angewendet wurde, um die Kurvenwiderstände zu verringern, bestand darin, nur die innere Schiene mit Rille zu versehen, die äufsere Schiene aber mit ebener Oberfläche auszubilden, so dafs das äufsere Rad mit dem Spurkranz auf der Schiene lief. Das äufsere Rad beschrieb hierdurch einen gröfseren Weg, so dafs ein Schleifen der Räder entweder ganz vermieden wurde, oder wenigstens in geringerem Mafse eintrat. Diese Anordnung ist mit entsprechender Abänderung an einigen Orten neuerdings wieder in Aufnahme gekommen, indem man

[8]) Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer. Paris 1865. Tome III. S. 409.

für die Aufsenschienen in Kurven sogenannte „Flachrillen"-Schienen mit etwa 10 **mm** Rillentiefe verwendet. Diese Mafsnahme kann indessen gegenüber der gleichmäfsigen Gestaltung des Oberbaues und der gröfseren Sicherheit gegen Entgleisungen, welche bei der Verwendung normaler Rillenschienen wegen der Führung der Aufsen- und Innenräder vorliegt, nicht empfohlen werden.

Die Unsicherheit in der Bestimmung der Koeffizienten für den Bahnwiderstand ist insofern nicht von grofser Bedeutung, als der Hauptwiderstand bei Strafsenbahnen von der Steigung der Strafsen herrührt, in welchen die Strafsenbahnen verlegt sind. Die Steigung der Strafsen wird auch in Städten, welche in ebenem Gelände liegen, selten unter 1 bis 2% betragen und oft auf 4 bis 5% ansteigen, somit fast immer gröfser sein, als bei gewöhnlichen Eisenbahnen, wo ja Steigungen von 1% schon als ziemlich hohe zu betrachten sind.

Bezeichnet α die Steigung einer Strafsenbahn, so ist der durch dieselbe hervorgebrachte Widerstand angenähert:

$$W_3 = Q \tang \alpha \quad \ldots \ldots \quad 6.$$

somit für Steigungen:

$$\tang \alpha = \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5\%$$
$$W_3 = 0{,}01 \quad 0{,}02 \quad 0{,}03 \quad 0{,}04 \quad 0{,}05,$$

oder wenn Q in Tonnen ausgedrückt wird,

$$W_3 = 10 \quad 20 \quad 30 \quad 40 \quad 50 \text{ kg/t}.$$

Der Gesamtwiderstand W eines Strafsenbahnwagens ist somit dargestellt durch die Gleichung:

$$W = W_1 + W_2 + W_3,$$

wobei W_1 zu rund 10 **kg/t**, ferner $W_3 = Q_1 . 1000\,\alpha$ anzunehmen ist, W_2 aber vom Halbmesser der Kurve und namentlich vom Radstand des Wagens abhängig ist. Bezüglich der Kurven ist noch zu bemerken, dafs die Strafsen in der Regel gerade sind, oder wenn solche in bergigem Gelände in Kurven liegen, diese so grofse Halbmesser aufweisen, dafs der Einflufs der Kurven verschwindet. Die Kurven der Strafsenbahnen werden sich deshalb beschränken auf Weichenkurven und auf die Einführung einer Strafsenbahn von einer Haupt- in eine Querstrafse, wobei allerdings in den meisten Fällen die kleinsten zulässigen Halbmesser, somit 15 bis 20 **m** Anwendung finden müssen. Bei Pferdebetrieb wird der Einflufs der Kurven ganz aufser acht bleiben können, da man wohl in den kurzen gekrümmten Strecken den Pferden eine vermehrte Zugkraft zumuten kann mit Rücksicht auf die verminderte Geschwindigkeit, mit der diese Strecken durchfahren werden. Bei Dampfbetrieb oder bei elektrischen Bahnen ist aber darauf Rücksicht zu nehmen, dafs die Kraft des Motors derart vermehrt werden kann, dafs auch die auftretenden Kurvenwiderstände überwunden werden können. Wir nehmen als Zahlenbeispiel einen Pferdebahnwagen für 24 Personen mit 1350 **kg** Eigengewicht und 1650 **kg** Nutzlast, somit von 3000 **kg** Gesamtgewicht an. Derselbe erfordert auf wagerechter (gerader) Strecke in mittleren Verhältnissen eine Zugkraft von $3 . 10 = 30$ **kg**, bei Steigungen von

	1	2	3	5%
kommen	30	60	90	150 **kg**

hinzu, so dafs eine Gesamtzugkraft nötig ist bei:

0	1	2	3	5% Steigung von
30	60	90	120	180 **kg**.

Bei einer Geschwindigkeit von 9 **km** i. d. Std. (= 2,5 **m** i. d. Sek.) und einer täglichen Arbeitszeit der Pferde von 3 Stunden, wie es bei Pferdebahnen üblich ist, beträgt nach der Maschek'schen Kraftformel (Gl. 8, S. 27) die Zugkraft eines mittleren Pferdes

$$K = 75\left(3 - \frac{2,5}{1,1} - \frac{3}{8}\right) = 26,6 \text{ kg}.$$

Es werden deshalb derartige Wagen nur in ganz eben liegenden Städten mit einem Pferde befördert werden können, mit zwei Pferden aber auch dann, wenn kurze Steigungen bis zu 3% vorkommen, wo die Leistung der Pferde auf das Doppelte gesteigert werden kann. Auf längeren Steigungen von 3% wird schon Vorspann nötig sein, auf solchen von 5% können Pferde als bewegende Kraft kaum noch verwendet werden.

Der Motorwagen einer elektrischen Bahn für 30 Personen wiegt dagegen zum Beispiel rund 7000 **kg**, Belastung 30 . 70 = 2100 **kg**, Gesamtgewicht = 9100 **kg**. Der Widerstand auf der Horizontalen zu 10 **kg/t** beträgt 91 **kg**, so dafs auf einer Steigung von 5% sich ein Widerstand von 91 + 50 . 9,1 = 546 **kg** ergibt. Bei einer Geschwindigkeit von 2,5 **m** i. d. Sek. (9 **km** i. d. Std.) sind somit an Pferdekräften nötig $\frac{546 \cdot 2,5}{75}$ = rund 18 PS; befindet sich der Wagen überdies in einer Kurve von z. B. 20 **m** Radius, so erhöht sich der Widerstand um etwa 20 **kg/t** auf im ganzen 728 **kg** und es sind rund 24 PS nötig.

Die obigen Zahlenbeispiele mögen zeigen, dafs die Bewegungswiderstände gegen den Widerstand der Steigung zurücktreten, dafs ferner das grofse Eigengewicht der Motorwagen gegenüber den Pferdebahnwagen einen wesentlich stärkeren Oberbau der Strafsenbahn bedingt, und dafs, wie nebenbei bemerkt werden kann, dieses grofse Eigengewicht der Wagen bei mechanischem Antrieb wesentlich gröfsere Betriebskräfte erfordert, als beim Pferdebetrieb.

§ 3. Steigungen, Krümmungen und Spurweite der Strafsenbahnen.

1. Bezüglich der **Steigungen** ist man bei Strafsenbahnen an die Steigung der betreffenden Strafsen gebunden, man kann höchstens, wenn die Steigungen zu grofs erscheinen, andere weniger stark ansteigende Strafsenzüge für die Anlage der Strafsenbahn auswählen. Da bei Strafsen wesentlich höhere Steigungen in Betracht kommen als bei Eisenbahnen, spielen die durch Steigungen hervorgebrachten Widerstände eine viel gröfsere Rolle als beim Eisenbahnbau, wie schon im vorhergehenden Paragraphen hervorgehoben ist. Die Frage, welche gröfste Steigung für Strafsenbahnen noch zulässig ist, kann zunächst dahin beantwortet werden, dafs dieselbe nicht gröfser sein darf als die Reibung zwischen Rad und Schiene, die in mittleren Verhältnissen etwa zu $^1/_7$ = rund 14% anzunehmen ist; man wird aber doch erheblich niedriger bleiben müssen, weil sonst bei feuchten Schienen das Bremsen der abwärts fahrenden Wagen nicht mehr sicher bewerkstelligt werden kann.

Da bei feuchten Schienen die Reibung zwischen Rad und Schiene nur $^1/_{20}$ bis $^1/_{12}$ beträgt, so liegt Gefahr vor, dafs bei Steigungen über 5 bis 8% trotz gebremster Räder die Wagen in Bewegung geraten (gleiten). Man kann zwar durch Streuen von Sand die Reibung vermehren, geschieht dies aber nicht rechtzeitig, so kann es vorkommen, dafs die Wagen in zu raschen Lauf geraten und nicht mehr aufzuhalten sind, wodurch schwere Unglücksfälle sich ereignen können.

Strafsenbahnen mit mehr als 8% Steigung sollten deshalb vermieden werden, da dieselben nicht mehr betriebssicher sind, Steigungen mit 5 bis 6% sind auch auf gröfsere Längen noch zulässig, sie erfordern aber schon grofse Aufmerksamkeit von Seiten des Betriebspersonales.

Derartige Steigungen sind nun bei städtischen Strafsen namentlich in Wohnvierteln nicht selten; so möge angeführt werden, dafs in Stuttgart die Bahn in der Alexanderstrafse auf rund 300 m Länge Steigungen von 7,2 bis 8,5% hat, wobei auf rund 28 m Länge eine Kurve von 30 m Halbmesser vorkommt (ein Längenprofil der Bahn zeigt Abb. 10, Taf. XIII). In Kiew weist die Alexandrowskaja eine gröfste Steigung von 9,3% auf. In beiden Städten ist der Betrieb elektrisch mit Oberleitung, die Bremsen sind gewöhnliche Handbremsen. Vorn und hinten am Wagen sind Sandstreuapparate angebracht, in Kiew wird die betreffende Strecke vorsichtshalber nur mit einer Geschwindigkeit von 5 km i. d. Std. befahren.

Eine in Lausanne ausgeführte Strafsenbahn hat eine gröfste Steigung von 11,3% (auf eine Länge von 260 m). Aufser 8-klotzigen Spindelbremsen sind hier besondere Notbremsen vorhanden; dieselben bestehen aus Holzbalken, welche neben den Gleisen in die Strafse eingebettet sind, gegen welche mit Widerhaken versehene Kratzer sich pressen.[9])

Auch in Le Havre befindet sich eine besonders steile Strafsenbahnstrecke, deren Steigung mit 12,5% (= 1 : 8) angegeben wird.

Die Bergbahn in Barmen liegt in städtischen Strafsen allerdings auf eigenem Planum, dieselbe hat eine Steigung von 15% und arbeitet mit Zahnradbetrieb, ist somit nicht als eigentliche Strafsenbahn anzusehen. Die Strafsenbahnen in den stark ansteigenden Strafsen nordamerikanischer Städte (San Franzisko, Tacoma, Seattle u. a.) sind als Kabelbahnen angelegt und weisen Steigungen bis zu 20% auf.

2. Die für Strafsenbahnen zulässigen **Krümmungen** hängen wie bei Eisenbahnen von der Spurweite und vom Radstand ab; je gröfser diese gewählt sind, um so gröfsere Halbmesser sind zu wählen, um ein Zwängen der Räder an den Schienen zu vermeiden.

a) Rillenweite und Spurweite in den Kurven. Die Räder werden auf den Achsen der Strafsenbahnfahrzeuge so angeordnet, dafs bei geradem Gleis zwischen den Leitkanten der Schienen und den Spurkränzen der Räder ein geringer Spielraum verbleibt, um ein Zwängen der Räder zu vermeiden; dieser beträgt in der Regel etwa 10 bis 12 mm.

Sobald das Fahrzeug eine Gleiskrümmung befährt, schleift das Aufsenrad vermöge des tangential zur Gleiskrümmung gerichteten motorischen Antriebes der Achse an der Leitkante der Aufsenschiene, die Räder stehen dabei schräg gegen die Leitkante geneigt in einem Winkel, der um so gröfser wird, je kleiner der Kurvenhalbmesser bezw. je gröfser der Radstand des Fahrzeuges ist. Infolge dieser Schrägstellung der Räder (von Lenkachsen mit mehr oder weniger radial stehenden Rädern soll hierbei abgesehen werden) verkleinert sich der erwähnte Spielraum zwischen Rad und Schiene bei flachen Kurven, um bei kleinerem Kurvenhalbmesser schliefslich = 0 zu werden; das Rad zwängt sich dann durch die Spurrille, was wegen der damit verbundenen Fräsarbeit zu einer unerwünschten Vergröfserung des Bewegungswiderstandes (Erhöhung der Stromkosten, Ankerdefekte infolge übermäfsiger Erwärmung der Motoren, starke Abnutzung der Radreifen und des Gleises u. s. w.) und in weiterer Folge zur Gefahr des Aufkletterns der Räder, zur Entgleisung führen kann.

Es ist daher aus Sicherheitsgründen erforderlich, die Spurrillen in den schärferen Kurven angemessen zu erweitern. Das Mafs der Erweiterung ergibt sich aus der Schrägstellung der Räder und ist so zu wählen, dafs die beiden Räder einer Achse möglichst nur an der Aufsenkante der Spurrillen schleifen können, um den Bewegungswiderstand nicht zu sehr zu vergröfsern und die Entgleisungsgefahr so zu vermindern.

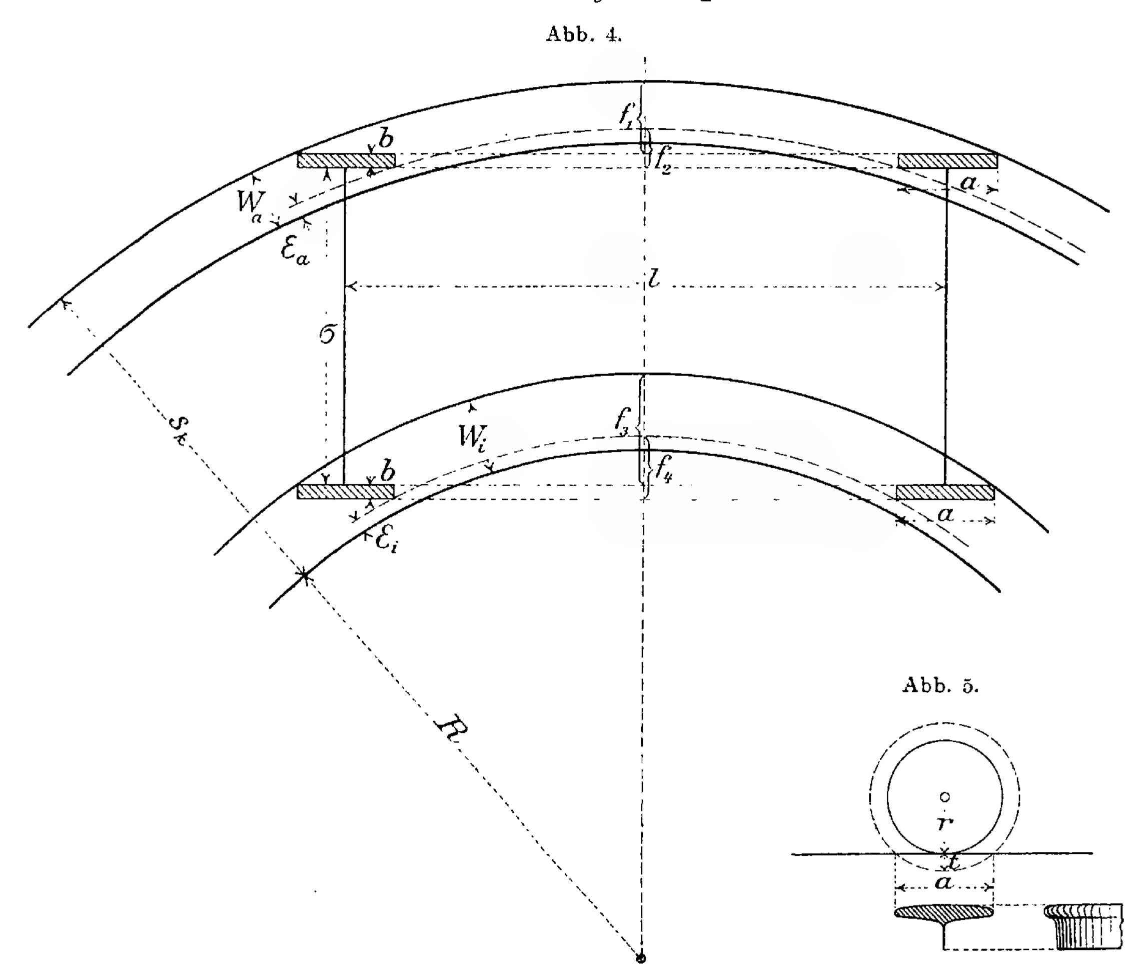
---

[9]) Schweiz. Bauz. 1896, II. S. 105.

Dieser Bedingung entsprechend ist die Erweiterung der Spurrillen und das Mafs der Kurvenspurweite wie folgt zu bestimmen. Bezeichnet

R den Halbmesser der Innenschiene,
s die Spurweite,
l den Radstand,
r den Radhalbmesser,
σ den lichten Abstand der Räder auf der Achse,
t die Höhe des Spurkranzes,
b die Breite desselben (gemessen an der Berührungsstelle von Rad und Schiene, s. Abb. 4),
a die Eingriffslänge des Rades angenähert $= 2\sqrt{2\,r\,t}$ (s. Abb. 5),

Abb. 4 u. 5. *Rillenerweiterung und Spurweite in Kurven.*



so ist nach Abb. 4 die äufsere Spurrille

$$w_a = b + f_1 - f_2 + \varepsilon_a \text{ (Spielraum)}$$

d. i. ausreichend genau:

$$w_a = b + \frac{\left(\frac{l}{2} + \frac{a}{2}\right)^2}{2\,(R+s)} - \frac{\left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2}\right)^2}{2\,(R+s)} + \varepsilon_a,$$

woraus folgt:

$$w_a = b + \frac{a\,l}{2\,(R+s)} + \varepsilon_a \text{ (Spielraum)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 7.$$

Ebenso ermittelt sich die innere Spurrille

$$w_i = b + \frac{\left(\frac{l}{2} + \frac{a}{2}\right)^2}{2\,R} - \frac{\left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2}\right)^2}{2\,R} + \varepsilon_i$$

und

$$w_i = b + \frac{a\,l}{2\,R} + \varepsilon_i \text{ (Spielraum)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 8.$$

Ferner kann die Kurvenspurweite s_k wie folgt bestimmt werden:

$$s_k = \sigma + 2b + f_1 - f_4 + \varepsilon_k \text{ (Spielraum)}$$

oder

$$s_k = \sigma + 2b + \frac{\left(\frac{l}{2} + \frac{a}{2}\right)^2}{2(R+s)} - \frac{\left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2}\right)^2}{2R} + \varepsilon_k$$

woraus folgt:

$$s_k = \sigma + 2b + \frac{(l+a)^2}{8(R+s)} - \frac{(l-a)^2}{8R} + \varepsilon_k \text{ (Spielraum)} \quad . \quad . \quad . \quad 9.$$

Mit Hilfe der Gleichungen 7, 8 und 9 lassen sich die erforderliche Rillenweite und Kurvenspurweite für die einzelnen Kurven unter Berücksichtigung der gröfsten vorkommenden Radstände und an Hand der Abmessungen der Radreifen ermitteln.

Umgekehrt läfst sich bei gegebener Rillenweite und Spurweite einer Kurve der Spielraum der Räder einer bestimmten Wagenart leicht feststellen.

Beispielsweise gilt für:

$r = 400$ mm,

$\sigma = \begin{cases} 950 \text{ mm bei } 1{,}000 \text{ m Spur} \\ 1385 \text{ mm} \;\text{„}\; 1{,}435 \text{ m} \;\text{„} \end{cases}$

$t = 15$ mm,

$b = 15$ mm,

$a = 2\sqrt{2rt} =$ rund 220 mm

für den kleinsten zulässigen Kurvenhalbmesser $R = 15{,}000$ m nachstehende Tabelle:

Tabelle II.

Spielraum der Räder bei gegebenem Radstande und unveränderter Gleisspur.

Radstand in mm	bei 35 mm Rillenweite u. 1,000 m Spur			bei 35 mm Rillenweite u. 1,435 m Spur		
	ε_a mm	ε_i mm	ε_k mm	ε_a mm	ε_i mm	ε_k mm
$l = 1400$ . . .	10,4	9,7	11,1	10,6	9,7	11,6
$l = 1600$ . . .	9,0	8,2	10,0	9,3	8,2	10,7
$l = 1800$ . . .	7,7	6,8	8,9	7,9	6,8	9,8
$l = 2000$ . . .	6,3	5,3	7,9	6,6	5,3	8,9

Da hiernach der Spielraum ε_k der Achse gegen die Spurweite gröfser ist als der Spielraum ε_i des Innenrades gegen die Fahrkante der inneren Spurrille, so empfiehlt es sich, um die Abnutzung der Zwangsrippe der inneren Spurrille zu verringern, die Spurweite in der Kurve um das Mafs $\varepsilon_k - \varepsilon_i$ zu verengen. Bei dem meist üblichen Radstand von 1,800 m beträgt das Mafs der Spurverengung in Kurven von 15 m Halbmesser demnach für 1 m Spur rund 2 mm und für Normalspur rund 3 mm.

Bei vorstehender angenäherter Berechnungsweise ist zur Vereinfachung angenommen worden, dafs die beiden Achsen des Fahrzeuges eine symmetrische Stellung zum Kurvenmittelpunkt haben, die hintereinander laufenden Räder also beide an der Fahrkante, bezw. bei den Innenrädern an der Zwangskante der Spurrille anlaufen. Diese Annahme trifft streng genommen nur beim Fehlen von Spielräumen zu. Bei ausgefahrenen Schienen zeigt sich indessen in der Praxis eine unsymmetrische Einstellung der Wagenachsen, verursacht durch das von der Schienenreibung des vorderen Aufsenrades herrührende Drehmoment. Die Vorderachse des Fahrzeuges zeigt daher die Neigung,

sich unter Voreilung ihres Innenrades nach auswärts zu drehen, und die Hinterachse folgt dieser Neigung, so daſs schlieſslich das Fahrzeug die in Abb. 6 dargestellte Schrägstellung einnimmt, wobei das äuſsere Vorderrad an der Fahrkante der Auſsenschiene und das innere Hinterrad an der Fahrkante der Innenschiene anläuft.

Abb. 6 u. 7. *Stellung der Räder bei ausgefahrenen Gleisen.*

Abb. 6. Grundriſs.

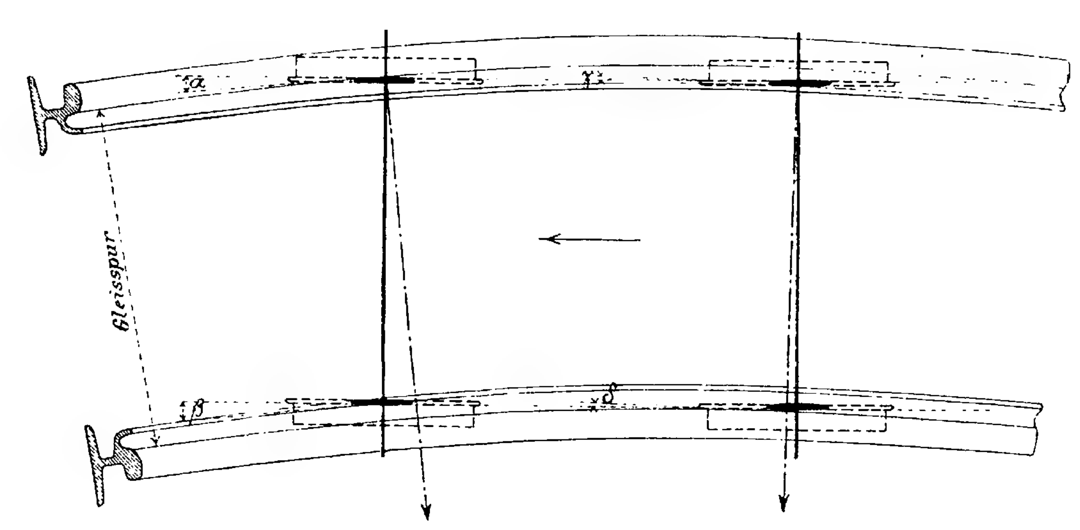
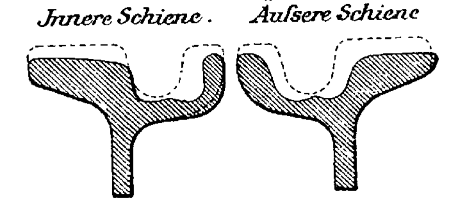


Abb. 7. *Abnutzung der Schienen.*



Während danach die Hinterachse bestrebt ist, sich radial einzustellen, zeigt die Vorderachse eine entgegengesetzte Neigung.

Infolge der Abweichung der Achsen (bezw. bei festem Radstande des ganzen Untergestelles) folgen die einzelnen Räder verschiedenen Bahnen, so daſs bei abgelaufenen Schienen die in Abb. 7 dargestellten Doppelspuren auftreten.

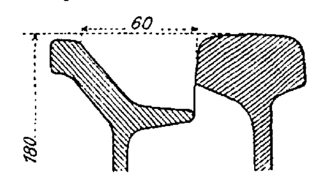
Um die Anlaufwinkel der Räder gegen die Schienen (s. Abb. 6) möglichst zu verkleinern und so den Kurvenwiderstand und damit die Entgleisungsgefahr zu vermindern, empfiehlt es sich, in Kurven unter 20 **m** Halbmesser die Spurweite zu verengen. Als Maſs der Spurverengung genügt das in obiger angenäherter Rechnung ermittelte Maſs. Die Spurrille selbst aber ist, wie sich aus obiger Berechnung ergibt, angemessen zu verbreitern, und zwar genügt für Kurven unter 20 **m** Halbmesser eine Verbreiterung der Spurrille auf 35 **mm**.[10])

Eisenbahnfahrzeuge normaler Spur erfordern natürlich wesentlich breitere Spurrillen. Bei einer Spurweite von 1,435 **m** und einem lichten Abstand der Spurkränze von 1,360 **m** muſs theoretisch die Rillenweite $\frac{1,435 - 1,360}{2} = 37,5$ **mm** betragen. Da bei der geringsten Unregelmäſsigkeit in der Gleislage die Wagen sich festklemmen würden, so muſs das Maſs vergröſsert werden, und wenn die Bedingung gestellt wird, daſs die Räder am inneren Rand der Rille nicht anstreifen sollen (auch bei abgenutzten Spurkränzen), so muſs bekanntlich die Weite der Rille 50 **mm** betragen. Es kann daher wohl gesagt werden, daſs Straſsenbahngleise sich für die Überführung von Eisenbahnwagen nicht eignen; wenn je solche Fälle vorkommen, wie etwa bei Kaistraſsen längs Verladungsplätzen, so muſs eine besondere Schienenform zur An-

[10]) Vergl. die vom Verein Deutscher Straſsenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen seit dem Jahre 1909 eingeführten Normalprofile für Kurvenschienen mit 35 mm Spurrille.

wendung kommen, bei welcher die Rille auf der inneren Seite durch stark ansteigende (nicht senkrechte) Flächen begrenzt ist, so dafs ein in die Spurkranzrille einlaufendes Rad eines Strafsenfuhrwerks wieder herausgebracht werden kann, ohne zu brechen (s. Abb. 8). Eine Belästigung für den gewöhnlichen Strafsenverkehr bieten aber derartige Gleise immerhin.

Abb. 8. *Spurrille für Hafengleise.* M. 1 : 5.



b) Die Überhöhung der äufseren Schienen in den Kurven könnte nach denselben Grundsätzen bemessen werden, wie bei Hauptbahnen. Die Formel für die Überhöhung:

$$h = \frac{v^2 s}{g R} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 10.$$

gibt für einen schmalspurigen Wagen $s = 1,0$, einen Krümmungshalbmesser $R = 15$ **m** und eine Geschwindigkeit von 15 **km** i. d. Std., $v = 4,2$ **m**:

$$h = \frac{4,2^2 \cdot 1,0}{9,81 \cdot 15,0} = 0,12 \text{ m}.$$

Bei einem Halbmesser von 30 **m** wären hiernach 6 **cm** Überhöhung nötig. Derartig grofse Überhöhungen werden sich aber nur in den seltensten Fällen anbringen lassen, weil jedenfalls nur geringe Veränderungen am Querprofil der Strafsen möglich sind. Man wird meist auf eine Überhöhung ganz verzichten müssen, vielmehr kann es sogar mit Rücksicht auf das Strafsenprofil notwendig werden, die äufsere Schiene niedriger als die innere zu legen. Der Mangel einer Überhöhung darf aber auch nicht hoch angeschlagen werden, da bei den kleinen Geschwindigkeiten die Zentrifugalkraft nicht erheblich ist, auch die seitliche Sicherung der Schienen durch die Spurhalter und das Strafsenpflaster in Rechnung zu ziehen ist. Man wird sich damit begnügen, in Kurven mit kleinerem Halbmesser die Zahl der Spurhalter (Traversen) entsprechend zu vergröfsern. In den Weichenkurven ist eine Überhöhung der äufseren Schienen ebensowenig möglich, wie bei Hauptbahnen.

Wir können das über Kurven Gesagte dahin zusammenfassen, dafs in den Kurven mit kleinem Halbmesser von 15 bis 20 **m** eine Rillenerweiterung auf 35 **mm** und eine Spurverengung um 2 bis 3 **mm** zweckmäfsig ist. Eine Überhöhung der Aufsenschienen, welche zwar erwünscht ist, wird im allgemeinen nur bei Strafsenbahnen mit eigenem Bahnkörper in Betracht kommen können.

Für die Einfachheit der Linienführung ist es im übrigen ratsam, mit möglichst wenigen Kurvenhalbmessern auszukommen, wodurch das Biegen der Schienen (was bei Halbmessern von weniger als 50 **m** zweckmäfsigerweise im Walzwerk geschehen mufs) wesentlich erleichtert wird.

Als kleinster Halbmesser wird nach § 4 der Bau- und Betriebs-Vorschriften in Preufsen ein solcher von 15 **m** zugelassen, wenn irgend angängig, empfiehlt es sich aber, nicht unter 20 **m** Halbmesser zu gehen und für gröfsere Kurven Normalhalbmesser von 50 **m** und 100 **m** anzuwenden (welche letzteren gegebenenfalls auf der Strecke gebogen werden können).

Bemerkt sei noch, dafs die Kurvenhalbmesser bei Strafsenbahnen meist auf die Innenschienen bezogen angegeben werden.

3. Spurweite. Bei Einführung der Strafsenbahnen erhielten diese die normale Spurweite, indem man häufig von der Voraussetzung ausging, dafs diese Bahnen zur Beförderung der gewöhnlichen Eisenbahnfahrzeuge mitbenutzt werden könnten, was ja auch in der ersten Zeit geschehen ist. Nachdem sich dies späterhin als unzweckmäfsig herausgestellt hat, liegt kein Grund mehr vor, das Mafs von 1,435 **m** festzuhalten, und

es sind später Strafsenbahnen mit geringerer Spurweite von 1,0 m u. ä. zur Ausführung gelangt, mehrfach ist aber auch die Normalspur festgehalten worden. Bei Anwendung schmaler Spur ist indessen die Breite der Wagenkasten meist unverändert geblieben, mit Rücksicht auf die bequeme Unterbringung der Personen in den Wagen.

Für das gröfsere Mafs der Spurweite spricht zunächst die gröfsere Standsicherheit der Wagen und die leichtere Gleisunterhaltung, sofern Unterschiede in der Höhenlage der Schienen bei Normalspur einen geringeren Einflufs auf den Gang der Wagen ausüben. Das Gewicht des Oberbaues braucht bei Normalspur nicht gröfser zu sein, als bei Schmalspur, da Gewicht und Abmessungen der Wagen fast dieselben sind. Sodann ist Bau und Unterhaltung der Betriebsmittel wegen des gröfseren zur Verfügung stehenden Raumes einfacher; es fällt dies namentlich bei elektrischen Bahnen ins Gewicht, wo für die Unterbringung der Motoren bei gröfserer Spurweite mehr Raum vorhanden ist.

Die Anwendung der Schmalspur bringt dagegen den Vorteil, dafs geringere Flächen des Strafsenkörpers vom Gleise in Anspruch genommen werden, was bei engen Strafsen sehr ins Gewicht fällt. Es ist zwar bei Schmalspur der für die gewöhnlichen Fuhrwerke neben den Strafsenbahnwagen bleibende Raum nicht gröfser als bei Vollspur, aber das gewöhnliche Fuhrwerk hat bei freien Strafsenbahngleisen eine gröfsere Strafsenbreite zur Verfügung, ohne dafs die Wagen genötigt sind, auf den Schienen zu fahren oder sie zu kreuzen. Die Schmalspur hat auch den Vorzug vor der Normalspur, dafs das Gleis sich leichter dem unregelmäfsigen Strafsenprofil anpafst, bezw., dafs dem Strafsenprofil weniger Zwang angetan werden mufs, um in Krümmungen der Bahn die letztere wenigstens annähernd wagerecht legen zu können.

Bezüglich der Krümmungen wird vielfach hervorgehoben, dafs die Schmalspur kleinere Kurven gestattet als die Normalspur, dies ist indessen für Strafsenbahnen nicht als zutreffend anzusehen, da die Spielräume der Räder gleichen Radstandes bei Schmalspur und Normalspur nahezu gleich sind (s. Tabelle II, S. 433).

Bei Schmalspur ist es auch dem Strafsenfuhrwerk, das immer eine gröfsere Spurweite als 1,0 m hat, nicht möglich, die Schienen der Strafsenbahn zur Fahrt zu benutzen, was zur Schonung der Pferde vielfach versucht wird. Es kann für den Bahnverkehr nur hinderlich sein, wenn ein auf dem Gleis vorausfahrendes Fuhrwerk durch fortgesetzte Signale mit Mühe veranlafst werden mufs, das Gleis zu verlassen, ganz abgesehen davon, dafs die Strafsenbahnschienen, und vor allem das Anschlufspflaster, durch das Fuhrwerk der Abnutzung ausgesetzt sind. Die Erfahrung zeigt auch, dafs bei einigermafsen sorgfältiger Unterhaltung der Bahnen die Anwendung der schmalspurigen Bahn keinerlei Nachteil gegenüber der Normalspur bietet, und es scheint, dafs gegenwärtig die schmale Spur und zwar von 1,0 m vielfach und zwar besonders in kleineren Städten bevorzugt wird.

Nach der Statistik der Kleinbahnen in Deutschland ergibt sich die Verbreitung der einzelnen üblichen Spurweiten nach Tabelle III (S. 437).

Nach dieser ist die Spurweite von 1,0 m für einfachere Betriebsverhältnisse als recht zweckmäfsig zu bezeichnen, für sehr starken Verkehr mit schweren Wagen und starken Motoren verdient dagegen die Normalspur den Vorzug. Spurweiten von 0,600 und 0,750 m sind für elektrischen Betrieb ungeeignet.

Zum Schlufs mag noch darauf hingewiesen werden, dafs die Gröfsen: Spurweite, Gleishalbmesser, Radstand der Wagen und Rillenweite nach Mafsgabe der oben aufgestellten Formeln einander entsprechen müssen. Da nun die Rillenweite eine nahezu

konstante Gröfse ist (30 bis 35 mm), auch die Halbmesser der Gleiskrümmungen mit Rücksicht auf die beschränkte Strafsenbreite nur innerhalb enger Grenzen schwanken können, so mufs namentlich bei Bestimmung des Radstandes der Wagen auf die genannten Konstruktionselemente der Bahn Rücksicht genommen werden.

Tabelle III. **Spurweite der Kleinbahnen in Deutschland.**
(Nach dem Stande vom 1. Januar 1910.)

Spurweite	Strafsenbahnähnliche Kleinbahnen		Nebenbahnähnliche Kleinbahnen	
	KilometerGleise	in %	KilometerGleise	in %
0,600 m	21	0,3	705	6,2
0,750 m u. ä. . .	19	0,3	2711	23,8
1,000 m u. ä. . .	3109	43,4	2987	26,3
1,435 m u. ä. . .	4007	56,0	4972	43,7
Summa . .	7156	100	11375	100

bei im ganzen 18531 km Gleisen der Kleinbahnen.

§ 4. Trassieren der Strafsenbahnen.

1. **Das Strafsenbahnnetz** richtet sich nach der Form und Gröfse des Stadtgebietes. Man kann in dieser Beziehung drei Hauptformen des Stadtgebietes unterscheiden:

a) Die Kreisform, welche mehr oder weniger ausgeprägt bei den meisten Binnenstädten vorherrscht, ist aus der radialen Entwicklung der Städte von innen heraus entstanden. Um das im Mittelpunkt gewöhnlich am Marktplatz gelegene Rathaus gruppiert sich die innere Geschäftsstadt als Konzentrationsgebiet des städtischen Verkehrs (als eigentlicher Stadtkern). Diese Innenstadt wird dann von Wohnungsvierteln rings umgeben, wie dies z. B. in Berlin, Leipzig, London und vielen anderen Grofsstädten, aber auch in kleineren Städten zu beobachten ist.

b) Die Halbkreisform zeigt sich besonders bei Hafenstädten, welche an einem gröfseren Strom oder am Meer gelegen sind. Das Hauptverkehrsinteresse konzentriert sich auf den am Wasser gelegenen Geschäftsmittelpunkt, wo der Handel (Börse, Kaufhäuser, Hafenanlagen) und die städtische Verwaltung (Rathaus) ihren Sitz haben. Von hier laufen radiale Verkehrsstrafsen in die umgebenden Wohnviertel aus. Als Beispiele hierfür sind u. a. zu erwähnen: Hamburg, Düsseldorf, Stettin, Marseille, Liverpool, Chicago, St. Louis, Detroit (vergl. Abb. 2, Taf. XIII), Cleveland.

Bei Städten, welche an Flufsläufen gelegen sind, entwickelt sich allmählich, wenn das andere Ufer eine Ansiedelung ermöglicht, ein ähnliches Gegenbild von halbkreisförmiger Grundrifsform, wobei die beiderseitigen Verkehrszentren einander gegenüberliegen; und es bildet sich mit der Zeit eine der vorerwähnten Kreisform ähnliche Gestaltung des Stadtweichbildes aus. Dies geschieht um so eher, wenn die beiden Ufer durch Brücken in Verbindung stehen und wenn zwischen den beiden Uferstädten eine kommunalpolitische Gemeinschaft, besonders auch bezüglich des Verkehrs, hergestellt wird. Solche Grundrifsform findet man z. B. bei Köln-Deutz, Bonn-Beuel, Mainz-Kastel, Budapest.

c) Die Rechteckform schliefslich ist bei solchen Städten zu beobachten, welche wegen ihrer Lage in bergiger Gegend, und zwar besonders in langgestreckten

Tälern, sich nur nach einer Hauptrichtung ausdehnen können. Das Verkehrszentrum liegt dann im allgemeinen in der Mitte (Lüttich). Sind dagegen zwei Städte dicht benachbart, dann bilden sich zwei Verkehrszentren aus, in denen sich der Geschäftsverkehr abspielt (vergl. das Strafsenbahnnetz von Minneapolis und St. Paul in Abb. 1, Taf. XIII) und die Wohnviertel verteilen sich auf die Aufsenbezirke, bezw. auch bei gröfserer Entfernung der beiden Verkehrszentren voneinander zwischen dieselben, während bei geringer Entfernung der Verkehrsmittelpunkte allmählich eine Verschmelzung derselben zu einem langgestreckten Hauptverkehrsgebiet stattfindet (Barmen-Elberfeld).

Entsprechend den verschiedenartigen Formen des Stadtweichbildes bezw. der bezüglich des Strafsenbahnverkehres ein Ganzes bildenden Städtegemeinschaft zeigt auch das Strafsenbahnnetz selbst verschiedene Gestaltungen.

Bei den in einem Netz vorhandenen Strafsenbahnlinien sind im allgemeinen drei Arten von Linien zu unterscheiden:

a) Hauptlinien, welche die Verkehrsmittelpunkte miteinander verbinden, so z. B. bei zwei benachbarten Städten die Verbindungslinie der beiden Geschäftszentren oder bei einer Grofsstadt die Schar von Linien, welche strahlenförmig den Stadtkern der Grofsstadt mit den Verkehrsmittelpunkten der Vororte oder auch zwei innerhalb der Grofsstadt gelegene Verkehrszentren verbinden. — Das Kriterium solcher Linien ist ein im allgemeinen gleichmäfsiger lebhafter Verkehr.

b) Verteilungslinien, welche aus den Geschäftsmittelpunkten in die äufseren Wohnviertel führen bezw. umgekehrt als Zubringerlinien dienen. — Das Kriterium dieser Linien ist ein ungleichmäfsiger, mit der Entfernung vom Verkehrszentrum abnehmender Verkehr.

c) Peripherielinien, welche die Aufsenbezirke bezw. Vororte miteinander verbinden und je nach den örtlichen Verhältnissen in Bogenform an Linien gröfseren Verkehres angeschlossen oder in Ringform als selbständige Verkehrslinien betrieben werden. — Das Kriterium dieser Linien ist ein mehr oder weniger gleichmäfsiger und je nach der Entfernung vom Stadtkern schwächerer Verkehr.

Vielfach werden die vorgenannten Linienarten miteinander vereinigt auftreten, z. B. „Hauptlinien“ über die Endpunkte hinaus in die Wohnviertel und Vororte verlängert, also zugleich als „Verteilungslinien“ ausgebildet oder auch mit „Peripherielinien“ verbunden. Dann zeigen sich auf den einzelnen Teilen der Linien die oben erwähnten charakteristischen Merkmale der Verkehrsintensität.

Während in kleineren Städten meist nur „Verteilungslinien“ vorkommen, sind in mittleren Grofsstädten auch „Hauptlinien“ und in Weltstädten überdies noch „Peripherielinien“ anzutreffen.

Die Grundform eines mittelgrofsen Strafsenbahnnetzes ist daher im allgemeinen die Sternform, gebildet aus Verteilungslinien, welche aus dem Verkehrsmittelpunkt nach aufsen führen und welche in Städten mit kreisförmigem Weichbild aus Gründen der Betriebsökonomie nicht als Radiallinien, sondern als Durchmesserlinien ausgebildet werden, während bei halbkreisförmigem Weichbild (Hafenstädte) naturgemäfs Radiallinien öfter vorkommen, doch werden solche bisweilen auch miteinander zu U-förmigen Bogenlinien vereinigt.

Bei gröſserer Ausdehnung der Städte entwickeln sich dann einige dieser radialen Verteilungslinien, welche nach äuſseren Verkehrsknotenpunkten (z. B. Vorort-Zentren) führen, zu Hauptlinien, und die letztgenannten Verkehrsmittelpunkte bilden ihrerseits wieder den Mittelpunkt von „Sternnetzen“.

Schlieſslich entstehen noch Peripherielinien zur Verbindung der äuſseren Stadtteile untereinander; die Form derselben ist bogenförmig bezw. entwickeln sie sich zu Ringlinien, welche entweder das ganze Sternnetz kreisförmig umschlieſsen, oder in Verbindung mit einer Durchmesserlinie das Sternnetz halbieren.

In Berlin bestehen z. B. zur Zeit acht solcher Ringlinien, von denen drei innerhalb des Stadtweichbildes liegen, während die übrigen mehr den Charakter von Anschluſsringen haben, welche über einen Teil des Stadtweichbildes geführt werden und einige Vororte anschlieſsen.

Die Gestaltung des Straſsenbahnnetzes ist im eigentlichen vom Bebauungsplan abhängig, soweit nicht — wie in Amerika besonders bei Überlandbahnen — Straſsenbahnen als Vorläufer für die bauliche Ansiedelung angelegt werden, und die Bebauungspläne sich nach dem Straſsenbahnnetz richten. In letzterem Falle können die Bebauungspläne und damit auch die Haupt-Straſsenzüge weit besser den Verkehrsbedürfnissen entsprechen, als umgekehrt, wo die meist schmalen und regellos angeordneten Straſsen dem immer mehr anwachsenden Verkehr mit der Zeit nicht genügen.

Es ist daher im Interesse der zweckentsprechenden Ausbildung des Straſsenbahnnetzes notwendig, daſs bei Neuaufstellung bezw. Umänderung der Bebauungspläne die Straſsenbahnverwaltungen zugezogen werden, so daſs bei der Anordnung der Hauptverkehrsstraſsen, bei der Gestaltung der Plätze und Straſsenkreuzungen, bei der Einteilung der Straſsen bezüglich ihrer Verkehrsbreiten und bei sonstigen für die Trassierung der Straſsen nach ihren Steigungs- und Krümmungsverhältnissen maſsgebenden Festsetzungen die für die Abwickelung und künftige Entwickelung des Verkehrs notwendige Rücksicht genommen werden kann.

Die älteren Bebauungspläne vieler europäischen Städte — in Amerika liegen die Verhältnisse infolge jüngeren Datums der Städtegründungen günstiger — zeichnen sich durch ihre Regellosigkeit und gedrängte Bauart aus, was in vielen Fällen auf die enge Bauweise des mittelalterlichen Festungsbaues zurückzuführen ist, die zwar, vom künstlerischen Standpunkt betrachtet, malerisch und interessant, aber für den Verkehr recht hinderlich ist.

War es schon schwierig, in solchen Städten Pferdebahnen anzulegen, da die Straſsen schmal und unübersichtlich und die Steigungen oft sehr beträchtlich waren, und muſste infolge dessen die Fahrgeschwindigkeit der Straſsenbahnen nur gering bemessen werden, so konnte auch bei Einführung des elektrischen Betriebes trotz der zur Verfügung stehenden gröſseren Zugkraft die Fahrgeschwindigkeit oft nur wenig vergröſsert werden, da die Straſsenbahn zu sehr durch den übrigen Fahrverkehr beeinträchtigt war. Es ist in vielen solchen Fällen wegen der ungünstigen Trassierungsverhältnisse der Straſsen unmöglich, einen auch nur mäſsigen Schnellverkehr der Straſsenbahn einzurichten.

Das aber muſs als Hauptaufgabe für die Förderung der Verkehrsverhältnisse in den Städten aller Arten und Gröſse angesehen werden: die möglichste Vergröſserung der Fahrgeschwindigkeit der innerstädtischen Verkehrsmittel.

Dieser Grundsatz gilt nicht nur für Groſsstädte von Weltstadtbedeutung, welche durch Anlage von Hochbahnen und Untergrundbahnen eine besondere Art des Schnell-

verkehrs, unabhängig vom Strafsenverkehr, schaffen können; auch in den mittleren und kleineren Städten (wenn man die künftige Entwickelung der letzteren im Auge behält) liegt ein lebhaftes Interesse für den „Schnellverkehr" vor, da man auch hier die Bedeutung des Sprichwortes „Zeit ist Geld" für die Förderung des Wohlstandes überall erkannt hat.

Besondere Schnellbahnen kommen in den mittleren und kleineren Städten ihrer hohen Baukosten wegen naturgemäfs nicht in Frage, wohl aber liegt ein berechtigtes Bestreben vor, wenigstens auf den Strafsenbahnen, soweit irgend angängig, einen Schnellverkehr zu schaffen. Dazu ist es notwendig, den Strafsenbahnverkehr möglichst unabhängig vom übrigen Strafsenverkehr zu machen. Dies geschieht dadurch, dafs man entweder der Strafsenbahn einen besonderen Bahnkörper auf (oder auch neben) der Strafse anweist, oder zum mindesten durch entsprechende Strafseneinteilung den übrigen Strafsenfuhrwerken eine ausreichende Verkehrsbreite der Strafse zur Verfügung stellt bezw. den Verkehr derselben so regelt, dafs ein Mitbefahren der Strafsenbahngleise vermieden wird; ferner dient zur Beschleunigung des Strafsenbahnverkehres, dafs die Zahl der die Bahn kreuzenden Strafsen möglichst verringert und die Einmündung der Querstrafsen möglichst übersichtlich angeordnet wird, wobei besonders der Ausbildung der von der Strafsenbahn durchfahrenen Plätze und der Verkehrsregelung auf denselben Beachtung zu schenken ist.

Dafs im übrigen auch durch tunlichste Beschränkung der Haltepunkte und durch geeignete Betriebsmafsnahmen (schnelle Abfertigung an den Haltestellen) die Reisegeschwindigkeit vergröfsert werden kann, bedarf keiner besonderen Erwähnung.

Aus alledem ist ersichtlich, wie wichtig für den Strafsenbahnverkehr eine zweckentsprechende Ausbildung des Bebauungsplanes ist, und mit Recht bezeichnet Wattmann[11]) das „Strafsenbahnnetz als das Gerippe jedes Bebauungsplanes, in das sich die übrigen Strafsen als sekundäre Anlagen einfügen müssen".

Bei der Auswahl der Strafsen, in welchen Strafsenbahnen verlegt werden sollen, ist nicht immer eine Hauptverkehrsstrafse aufzusuchen; es empfiehlt sich häufig, die Strafsenbahn in weniger belebte Strafsen zu legen, um den Verkehr auf den Hauptstrafsen nicht weiter zu stören, vorausgesetzt, dafs diese nicht zu weit vom Hauptverkehr abliegen. Dies wird namentlich dann erforderlich, wenn die im Innern der Städte liegenden Hauptstrafsen nicht genügende Breite aufweisen, wie dies ja in älteren Stadtteilen häufig der Fall ist. Bei den Ringbahnen ist darauf zu achten, dafs sie nicht zu nahe der Stadtperipherie gelegt werden, weil sonst der Bahn das Hinterland fehlt, welches derselben den Verkehr zuführt. Von grofsem Vorteil können Vorortbahnen sein, wenn diese Orte nicht zu entfernt von der Stadt liegen und eine ansehnliche Bevölkerung aufweisen.

Die Trassierung der Strafsenbahnen kann auf Schwierigkeiten stofsen, wenn in einem Stadtgebiet die Bahnen mehreren Gesellschaften angehören. Es wird dann Aufgabe der Stadtverwaltung bezw. der Aufsichtsbehörden sein, dafür Sorge zu tragen, dafs nicht eine übermäfsige Konkurrenz entsteht, wodurch — infolge mangelnder Rentabilität — Nachteile für die Allgemeinheit entstehen können, insofern als an der Unterhaltung der Bahn und ihrer Betriebsmittel gespart wird und notwendige Verkehrsverbesserungen im Bau und Betrieb unterbleiben. Es ist daher nicht ratsam, Bahnlinien in nahem

[11]) Wattmann, Beziehungen zwischen Strafsenbahnen und Bebauungsplänen. Bericht an den Internationalen Strafsenbahn- und Kleinbahn-Kongrefs, Brüssel 1910.

parallelen Verlauf anzulegen, vielmehr ist in solchem Falle den Bahnunternehmungen die Pflicht zu gegenseitiger Mitbenutzung in angemessenem Umfange und unter billigen Bedingungen aufzuerlegen.

Die Verhältnisse vereinfachen sich, wenn die Strafsenbahnen in städtische Verwaltung übernommen werden, wie dies in neuerer Zeit mehrfach geschehen ist. Eine gröfsere Rentabilität wird allerdings meist nicht zu erwarten sein, da eine städtische Verwaltung weniger beweglich ist als ein Privatunternehmen, da ferner die Stadt wohl häufig genötigt sein wird, unrentable Linien zu bauen; aber der Grundsatz wird nicht anzufechten sein, dafs das, was auf der Strafse liegt, auch dem Eigentümer der Strafse gehören soll, und dafs mancherlei zwischen Stadtverwaltung und Strafsenbahnunternehmer gar zu leicht entstehende Streitigkeiten hierdurch in Wegfall kommen.

Was die Dichtigkeit des Strafsenbahnnetzes anbelangt, so wird die Entfernung der einzelnen Linien oder die Maschenweite des Netzes sich nach der Bevölkerungsdichte zu richten haben. Es erscheint zweckmäfsig, in dicht bevölkerten Stadtteilen die Linien nicht näher als etwa 300 m, in entfernter liegenden Stadtteilen etwa 500 m zu legen; ein Fufsgänger hat dann von seiner Wohnung aus einen Weg von 2 bis 3 Minuten bis zur Strafsenbahn zurückzulegen, was allen billigen Anforderungen entsprechen dürfte.

2. Anzahl der Gleise und erforderliche Strafsenbreite. Die zweigleisige Bahn ist viel leistungsfähiger, als die eingleisige, sie gestattet eine Wagenfolge in beliebigen Zeitabschnitten, was namentlich dann in Betracht kommt, wenn eine Bahnstrecke von mehreren Linien benutzt wird (so folgten z. B. in Berlin, Potsdamerstrafse am Potsdamer Platz im Jahre 1911 die Wagen in Abständen von durchschnittlich 26 Sekunden, wobei diese Strafse von 29 Linien befahren wurde). Es wirken ferner bei zweigleisiger Anlage Verspätungen einzelner Wagen weniger störend auf den Betrieb ein.

Um eine zweigleisige Bahn ohne Störung für den Strafsenverkehr anlegen zu können, mufs bei einem Gleisabstand von 2,5 bis 2,6 m und 2,0 m Wagenbreite die Breite der Strafsenfahrbahn bei einseitiger Bahn für das Landfuhrwerk etwa 7,5 m, bei beiderseitiger Fahrbahn etwa 10 m betragen (Abb. 5 u. 6, Taf. XIII), eine gröfsere Breite ist insofern erwünscht, als dann die Möglichkeit besteht, Fuhrwerke am Fufsweg aufzustellen, und auch im Winter bei seitlich auf dem Strafsenfahrdamm angehäuften Schneemengen eine genügende Verkehrsbreite verfügbar bleibt.

Wo die Strafsen derartige Breiten nicht aufweisen, kann eine doppelgleisige Anlage dadurch ausgeführt werden, dafs man die Gleise trennt, in nicht zu entfernt liegende Strafsen einlegt und wieder vereinigt, sobald die nötige Strafsenbreite wieder vorhanden ist[12]), also Gleisschleifen mit Richtungsbetrieb anwendet.

Der Abstand der Gleise bei zweigleisiger Anlage beträgt zwischen 2,5 und 3,0 m. Der Achsenabstand richtet sich nach der Breite der verwendeten Wagen (die Wagenbreite beträgt in Europa 2,00 bis 2,20 m, in Amerika bis 2,80 m), zwischen denen ein Mindest-Spielraum von 0,40 m[13]) verbleiben mufs. Werden zwischen den Gleisen Strafsenbahn-Leitungsmasten aufgestellt, so ist der Achsenabstand nach dem Grundsatz zu bestimmen, dafs zwischen den Wagen und den Masten bezw. sonstigen festen Gegenständen ein lichter Abstand von wenigstens 0,40 m verbleibt. Im übrigen empfiehlt es sich (bei Rechtsfahren) die linksseitigen Wagentüren zu schliefsen, um Unfälle beim Ein- und Aussteigen zu vermeiden.

---

[12]) Beispiel: Durchgang durch die engen Tore der Stadt Nürnberg. Die Durchfahrt durch das Tor ist in der Fahrtrichtung, welche derjenigen der Strafsenbahnwagen entgegengesetzt ist, geschlossen.

[13]) Z. B. in Preufsen durch die Ministeriellen Bau- und Betriebs-Vorschriften vom 26. Sept. 1906 in § 9 vorgeschrieben.

Die eingleisige Anordnung genügt für geringen Verkehr, es müssen dann Ausweichstellen angeordnet werden, deren Entfernung von der Fahrgeschwindigkeit (in Kilometer i. d. Std.) und dem Zeitabstand (t i. Min.) abhängt, in welchem die Wagen sich folgen, und zwar ist die Entfernung σ der Ausweichstellen (von Mitte zu Mitte gemessen)

$$\sigma = \frac{V \cdot t}{120} \text{ in Kilometer} \quad \ldots \ldots \quad 11.$$

Beträgt die Geschwindigkeit z. B. 12 **km** i. d. Std., und folgen sich die Wagen in Abständen von 7,5 Min., so mufs der Abstand der Ausweichen 750 **m** betragen. Die eingleisige Bahn erfordert einen durchaus geregelten Betrieb, weil jede Verspätung eines Wagens eine Verzögerung des ganzen Betriebes mit sich bringt, die schwer durch rascheres Fahren auszugleichen ist. Es empfiehlt sich daher, bei dichterer Wagenfolge als z. B. 7,5 Min. bezw. wenn die Ausweichstellen einen geringeren Abstand als 750 **m** erhalten müfsten, zum zweigleisigen Ausbau überzugehen. Die für eingleisige Anlage erforderliche Strafsenbreite ergibt sich im Falle einseitiger Fahrbahn für das gewöhnliche Fuhrwerk zu etwa 5,0 **m**, im Falle zweiseitiger zu 7,5 **m** als Mindestmafs (s. Abb. 6, Taf. XIII). Sind die Strafsen schmaler als 4,5 bis 5,0 **m**, so mufs während der Durchfahrt der Strafsenbahn der sonstige Verkehr gesperrt werden, was nur für ganz kurze Strafsenzüge angängig ist.

Häufig findet man die Anordnung, dafs bei Strafsenbahnen im Innern der Städte, wo ein starker Verkehr zu bewältigen ist, und leicht durch allerlei Umstände Störungen im Betriebe eintreten, die Bahnen zweigleisig angelegt sind, während im äufseren Stadtring oder auf Vorortstrafsen zur eingleisigen Anlage übergegangen wurde; dieselbe kann dann leicht später, wenn der Verkehr sich hebt, in eine doppelgleisige umgebaut werden; doch ist in solchem Falle, wenn auf einen späteren doppelgleisigen Ausbau gerechnet werden kann, die Gleisanlage der einfachen Spur tunlichst von vornherein schon so unsymmetrisch auf dem Strafsenfahrdamm anzuordnen, dafs die Verlegung des zweiten Gleises ohne Veränderung oder Verschiebung des ersten Gleises und ohne erhebliche Störung des Betriebes daneben vorzunehmen ist.

3. Lage der Gleise in den Strafsen. Mafsgebend für die Lage der Strafsenbahngleise in der Strafsenfläche ist in erster Linie die Breite der für den Fuhrwerkverkehr verfügbaren Fahrdämme. Im allgemeinen pflegt man die Strafsenbahngleise, wenn irgend angängig, in die Mitte des Fahrdammes zu legen. Diese Anordnung hat den Vorteil, dafs das Halten der Fuhrwerke an den Bürgersteigen nicht durch die Strafsenbahn behindert ist, und dafs durch die mittlere Gleislage der gesamte Strafsenverkehr im Richtungsbetrieb geregelt wird; und zwar kann bei einer zweigleisigen Strafsenbahn jede Hälfte der Fahrstrafse in einer Richtung befahren werden, während bei eingleisiger Anordnung der Strafsenbahn in der Strafsenmitte je nach der Fahrtrichtung eine unsymmetrische Teilung der Fahrstrafse für die beiden Verkehrsrichtungen erfolgt.

Die Anordnung der Gleise in der Strafsenmitte ist bei Einführung des elektrischen Betriebes geradezu eine Notwendigkeit geworden, weil es nur dadurch möglich wird, der Strafsenbahn die bei elektrischem Betrieb erreichbare gröfsere Fahrgeschwindigkeit zu gestatten. Durch eine derartige Anordnung regelt sich die Fahrgeschwindigkeit auf den städtischen Strafsen von selbst, denn während z. B. bei einer grofsstädtischen Strafse mit mindestens 10 **m** Fahrdammbreite auf den aufsenliegenden Bürgersteigen die Fufsgänger sich mit einer Geschwindigkeit von 4 bis 5 **km** i. d. Std. fortbewegen, beträgt die Fahrgeschwindigkeit der neben den Bürgersteigen fahrenden Strafsenfuhrwerke etwa doppelt soviel (etwa 10 **km**), und die in der Mitte des Fahrdammes verlegte Strafsen-

bahn kann, ungehindert von dem übrigen Strafsenverkehr, mit 3 bis 4 facher Geschwindigkeit (etwa 15 bis 20 **km**) verkehren.

Die Lage der Strafsenbahngleise in der Strafsenmitte ist daher zur Erzielung einer gröfstmöglichen Fahrgeschwindigkeit und zur Verringerung der Gefahren für die Fufsgänger am zweckmäfsigsten. Auch ist vom technischen Standpunkte aus die Mittenlage der Gleise insofern vorteilhaft, als die Gleise in nahezu gleicher Höhe liegen können, wodurch eine wesentlich günstigere Beanspruchung des Oberbaues und der Betriebsmittel eintritt, als bei der im Querprofil der Strafse geneigten Seitenlage der Gleise.

Bei Strafsen mit geringerer Fahrdammbreite, wo die Strafsenbahn wegen der mehrfachen Mitbenutzung durch die ausbiegenden und umfahrenden Fuhrwerke nur eine mäfsige Fahrgeschwindigkeit erzielen kann, ist an und für sich die Mittenlage zwar auch empfehlenswert, doch mufs, wenn ein genügender Nutzraum für die Strafsenfuhrwerke neben der Strafsenbahn nicht verbleiben würde, die letztere eingleisig verlegt werden, und zwar bei schwachem Verkehr als einspurige Bahn mit Ausweichen, bei stärkerem Verkehr eingleisig mit Umfahrungen durch Parallelstrafsen (Schleifenanlagen mit Richtungsbetrieb).

Die Seitenlage der Strafsenbahngleise dürfte nur dort angebracht sein, wo wegen einseitiger Bebauung (z. B. an Wasserläufen der Fuhrwerkverkehr bezw. der Ladeverkehr von Schiffen) neben der Strafsenbahn nicht zu gewärtigen ist, und wo die Mitbenutzung der Gleise durch die Strafsenfuhrwerke nicht zu Unzuträglichkeiten führt. Im Notfalle kann die Seitenlage der Gleise auch in beiderseitig bebauten Strafsen auf möglichst kurzen Strecken Anwendung finden, doch ist dann durch Einlegung von Umfahrungsweichen Gelegenheit zur Umleitung der Strafsenbahn um haltende Strafsenfuhrwerke zu geben.

Im allgemeinen ist für die Anlage von Strafsenbahnen als Mindest-Fahrdammbreite erforderlich:

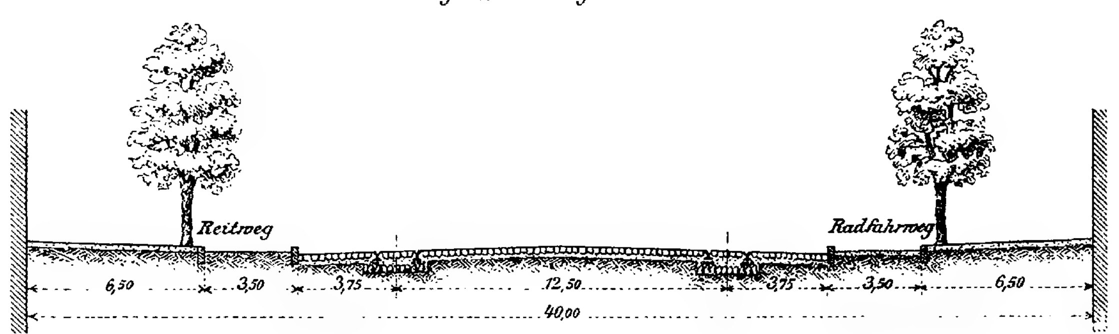
	Mittenlage	Seitenlage
bei eingleisiger Strafsenbahn . . .	7,50 **m**	5,00 **m**
„ zweigleisiger „ . . .	10,00 **m**	7,50 **m**

In der Praxis sind indessen Ausnahmefälle von diesen Regelmafsen bisweilen nicht zu vermeiden, wenn besondere Verkehrsgründe trotz ungünstiger Strafsenverhältnisse ausschlaggebend sind; so ist z. B. in Bremen auf einer Strafse mit nur 4,15 **m** Fahrdammbreite eine zweigleisige Strafsenbahn verlegt, welche allerdings eingleisig betrieben wird und zwar derart, dafs vormittags das eine Gleis, nachmittags das andere Gleis befahren wird, so dafs der Ladeverkehr der an der Strafse gelegenen Speicher, wenn auch zeitlich beschränkt, so doch nicht übermäfsig behindert wird.

Andererseits sind die Strafsenbreiten mancher Grofsstadtstrafsen, besonders in neueren Aufsen-Stadtteilen bei sogenannten „Prachtstrafsen", sehr geräumig angeordnet, so dafs auch für die Unterbringung der Strafsenbahnen reichlich Platz verfügbar ist. Es bestehen dann vielfach Zweifel darüber, welche Gleislage am zweckmäfsigsten für den Verkehr ist. Unserer Meinung nach ist auch hier die Mittenlage der Strafsenbahngleise aus den oben dargelegten Gründen (der Verteilung der Verkehrsgeschwindigkeiten) vorzuziehen. Dies gilt z. B. für die vielfach übliche Fahrdammbreite von 15,00 **m**, wo dann seitlich der Strafsenbahn noch Raum für den Durchgangsverkehr und den Ladeverkehr der Strafsenfuhrwerke verfügbar bleibt. Bei noch gröfserer Fahrdammbreite kann, zumal wenn ein Ladeverkehr nicht in Betracht kommt, eine Auseinanderziehung der Gleise, wie z. B. bei der Strafse nach dem Völkerschlacht-Denkmal in Leipzig

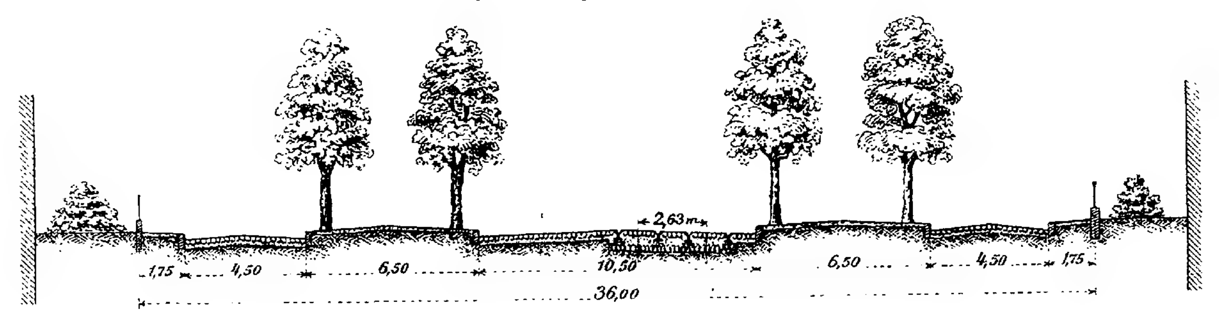
(Abb. 9) zweckmäfsig sein, wobei dann der zwischen den Gleisen liegende Teil des Fahrdammes für den Verkehr von Kraftwagen frei bleibt, so dafs diese den Verkehr der übrigen Strafsenfuhrwerke nicht stören. Diese Art der Einteilung kann, entsprechend dem Grundsatz der Verteilung der Verkehrsgeschwindigkeiten, als mustergültig angesehen werden, wobei der mittelste Teil für die höchste Geschwindigkeit (z. B. 30 bis 40 **km** bei Kraftwagen) vorbehalten bleibt.

Abb. 9. *Beidseitige Seitenlage des Gleises.* M. 1 : 360.



Die Seitenlage der Strafsenbahngleise, wie sie an einigen Orten (z. B. Berliner Strafse in Charlottenburg oder Adolfsallee in Wiesbaden, Abb. 10) neben Bürgersteigen, Promenaden oder Reitwegen Anwendung gefunden hat, ist nicht empfehlenswert, weil bei der Lage beider Gleise auf einer Seite der Richtungsbetrieb der betreffenden Strafsenhälfte gestört und so die Sicherheit des Fuhrwerkverkehrs beeinträchtigt wird. Ferner werden durch den Strafsenbahnverkehr dicht neben der Bordkante des Bürgersteiges die Fufsgänger, besonders Kinder, gefährdet, bezw. ist bei der Gleislage neben Reitwegen ein Scheuen der Reitpferde zu befürchten. Auch wird, sofern nicht wie in Abb. 10 noch besondere Fahrdämme an den Grundstücken angeordnet sind, vielmehr die Gleise dicht neben den Bürgersteigen liegen, der Ladeverkehr über die Gleise fort sehr erschwert, da haltende Fuhrwerke dann mitten auf dem Fahrdamm stehen müssen, und Personen beim Ladeverkehr durch die Strafsenbahn gefährdet, und diese selbst in ihrem Verkehr behindert wird.

Abb. 10. *Einseitige Verlegung beider Gleise.* M. 1 : 360.



Wird die Gleislage neben den Bordkanten aus irgend welchen Gründen dennoch gewählt, so empfiehlt es sich, die Gleise soweit heranzurücken, dafs man bequem von der unteren Wagentrittstufe auf die Bordkante übersteigen kann, ohne in Gefahr zu geraten, zwischen Trittstufe und Bordkante zu Fall zu kommen; der Achsenabstand richtet sich dann nach der Bauart der Wagen-Untergestelle und beträgt beispielsweise etwa 1,20 **m** (in Kurven bis 1,50 **m**), wobei im übrigen, wie oben erwähnt, die Vorschrift zu berücksichtigen ist, dafs der lichte Abstand der Wagen von festen Gegenständen, wie Laternen, Bäumen, Strafsenbahnmasten u. s. w. mindestens 0,40 **m** betragen soll.

Wenig zweckmäfsig ist auch die in Abb. 11 dargestellte Gleislage auf einem besonderen Bahnkörper zwischen Fahrdamm und Bürgersteig, wie sie z. B. in Friedenau und Steglitz bei Berlin Anwendung gefunden hat. Der Bahnkörper liegt dort auf einem Bankett etwas höher als der Fahrdamm und seinerseits tiefer als der nebenliegende Bürgersteig, von dem er durch eine Baumreihe getrennt ist. Aufser den oben erwähnten Nachteilen der Gefährdung der Passanten und der Behinderung des Ladeverkehrs ist hier noch als Mifsstand zu bemängeln, dafs wegen der Entwässerung der Bürgersteige über den Bahnkörper fort die Unterhaltung der Gleise erschwert und das neben den Schienen befindliche Kleinpflaster der Zerstörung ausgesetzt ist.

Abb. 11. *Seitliche Gleislage auf besonderen Banketten.* M. 1 : 360.

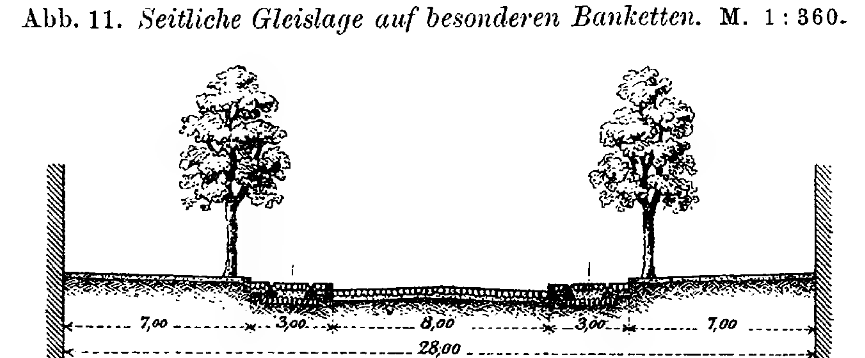
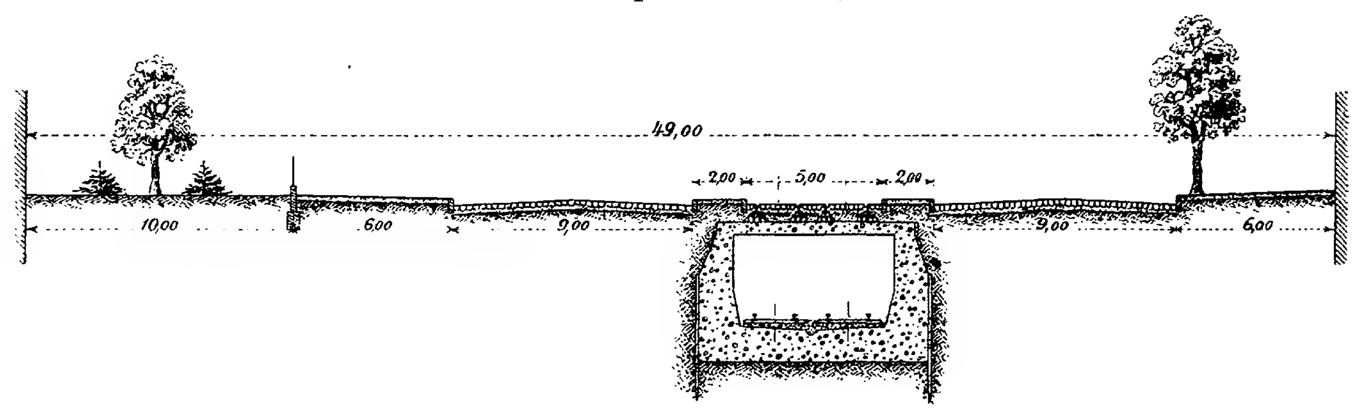


Abb. 12. *Besondere Bahnkörper in der Strafsenmitte.* M. 1 : 360.



Wesentlich günstiger für den Verkehr als die vorbeschriebenen Anordnungen der Strafsenbahngleise auf dem Fahrdamm oder auf Banketten seitlich desselben ist die Verlegung der Strafsenbahn auf besonderen Banketten inmitten des Fahrdammes bezw. zwischen zwei einzelnen Fahrdämmen, wie sie z. B. in Abb. 12 (Charlottenburg, Hardenbergstr.) ausgeführt worden ist. Dort liegen die Strafsenbahngleise auf einem in der Strafsenmitte über der Untergrundbahn befindlichen Bankett, der Bahnkörper ist beiderseitig von schmalen Rasenstreifen eingefafst, und die Strafsenbahn ist völlig von dem übrigen Strafsenverkehr getrennt, der sich auf den beiden nebenliegenden Fahrdämmen bewegt. Diese Anordnung ist sehr zweckmäfsig, zumal bei stärker anwachsendem Fuhrwerkverkehr die beiden getrennten Fahrdämme im Richtungsbetrieb befahren werden können. Die Fahrgeschwindigkeit der Strafsenbahn kann so beliebig erhöht, und die Vorzüge des elektrischen Betriebes in vollem Mafse ausgenutzt werden, ohne dafs der Fuhrwerkverkehr durch die Strafsenbahn beeinträchtigt oder diese selbst durch jenen gestört wird.

Die schmalen Einfassungsstreifen des Bahnkörpers können, wie es in Charlottenburg geschehen ist, mit Blumenbeeten besetzt werden, um das Ansehen der Prachtstrafse zu erhöhen, ferner dienen dieselben an den Haltestellen als Bahnsteige für die Fahrgäste bezw. als Schutzinseln für die den Fahrdamm überschreitenden Fufsgänger.

Erwähnung möge noch finden, dafs solche Bankette neuerdings des besseren Aussehens wegen innerhalb und aufserhalb der Gleise mit Rasen belegt werden.

Bei Strafsenbahnen auf unbebauten Strafsen bezw. aufserhalb des Stadtgebietes werden die Gleise bisweilen auf eine Seite der Strafse gerückt, so dafs die andere Strafsenhälfte für den gewöhnlichen Fuhrwerkverkehr vollständig frei bleibt. Ist nun der freibleibende Streifen der Strafse nur rund 4 m breit, so mufs bei Begegnung von zwei Fuhrwerken die Bahn als Fahrstrafse dienen können, es mufs deshalb für die Bahn ein Rillenschienen-Oberbau beibehalten werden. Ist dagegen der Streifen 5 bis 6 m breit, so kann die Bahn nebenbahnähnlich mit Vignoles-Schienen auf etwas erhöhtem Bahnkörper ausgeführt werden. Innerhalb der bebauten Ortschaften wird es nötig sein, die Bahn wieder als eigentliche Strafsenbahn zu behandeln, sie in die Strafsenmitte zu legen und mit Rillenschienen zu versehen. Hieraus erhellt, dafs bezüglich des Oberbaues eine strenge Grenze zwischen den Strafsenbahnen und den nebenbahnähnlichen Kleinbahnen sich nicht ziehen läfst; wir werden bei Beschreibung des Oberbaues der Strafsenbahnen hierauf noch zurückkommen.

Bei auf Landstrafsen liegenden Bahnen wird es häufig möglich oder zweckmäfsig sein, den Strafsenkörper zu verlassen und den Unregelmäfsigkeiten in der Strafsenrichtung und im Längenprofil auszuweichen, so dafs die Bahn dann ganz auf eigenem Planum gelegen ist, somit vollständig den Charakter der Nebenbahn erhält.

Ein Beispiel bildet die Bahn von Karlsruhe nach Durlach, welche die unmittelbare Fortsetzung der Karlsruher Strafsenbahn bildet. Die Bahn hat in der Stadt zwei Gleise in 3 m Abstand, die in der Strafsenmitte liegen. Aufserhalb der Stadt liegt die Bahn auf dem erhöhten Planum, das als Fufsweg nicht benutzt werden kann, neben der Strafse (s. Abb. 7, Taf. XIII).

Die von Berlin nach Tempelhof führende Linie liegt bis zur Berliner Weichbildgrenze in der Strafsenmitte, geht aber dann auf die Landstrafse über und erhält eine seitliche Lage entsprechend dem Profil Abb. 8, Taf. XIII. Jedes der Gleise liegt seitlich der Strafsenfahrbahn auf etwas erhöhtem Streifen von rund 3,80 m Breite, aufserhalb dieser ist der nochmals erhöhte Fufsweg angebracht. Der Raum zwischen den Schienen ist gepflastert, so dafs der Bahnstreifen ausnahmsweise auch als Fufsweg benutzt werden kann.

Bezüglich der Lage der Strafsenbahngleise in den Strafsen ist auch den Gleiskurven besondere Beachtung zuzuwenden wegen der vielfachen bau- und betriebstechnischen Nachteile, welche damit verbunden sind, und welche besonders bei elektrischem Betrieb in die Erscheinung treten. Während bei Pferdebetrieb der Strafsenbahnwagen durch das Lenken der Pferde in die Richtung der Gleiskrümmung (bezw. Bogensehne) eingestellt wird, wirkt die der Gröfse nach erheblich stärkere elektrische Zugkraft tangential zur Kurve, was zur Folge hat, dafs bei elektrischem Betrieb wegen der Zwangläufigkeit der Räder in den geschlossenen Spurrillen eine starke Abnutzung der Schienen und der Radreifen auftritt, und die Wagen weit mehr der Entgleisungsgefahr ausgesetzt sind als bei Pferdebetrieb.

Man pflegt deshalb bei der Trassierung der Strafsenbahnen Kurven mit kleinem Halbmesser tunlichst zu vermeiden, jedenfalls aber durch Einlegen von Übergangsbögen (mit etwa 50 m Halbmesser) zwischen dem geraden und dem gekrümmten Gleis für ein möglichst stofsfreies Einfahren in die Kurven Sorge zu tragen.

Aus demselben Grunde werden auch die Zungen in den Weichen mit etwa 40 bis 50 m Halbmesser ausgeführt und gerade Zungen grundsätzlich vermieden. (Bei Depotweichen, welche nur langsam durchfahren werden, können im Notfalle auch kleinere Halbmesser von 15 bis 20 m zugelassen werden.)

Wenn man auch bei der Trassierung bestrebt ist, möglichst grofse Krümmungen zu verwenden, um Seitenstöfse zu vermeiden, welche besonders bei gröfserer Fahrgeschwindigkeit für die Fahrgäste, zumal auf den Stehplätzen, gefährlich sind und für die Betriebsmittel und die Gleise zerstörende Wirkungen ausüben, so werden doch hin und wieder kleine Kurven durch die örtlichen Verhältnisse bedingt. So besonders bei Einfahrten in Strafsen mit schmalen Fahrdämmen, wo man unter Umständen genötigt sein kann, Kurvenhalbmesser von 15 **m** anzuwenden.

Zwar wird bisweilen in solchen Fällen eine Ausschwenkung aus der Mittelachse nach Abb. 9, Taf. XIII vorgenommen, um den Kurvenhalbmesser möglichst zu vergröfsern, doch ist dieses Aushilfemittel nur in kleinen Städten und Ortschaften mit schwachem Verkehr zulässig, wo die Gleise von den Fuhrwerken mitbenutzt werden können. Bei lebhafterem Verkehr der Fuhrwerke werden diese durch die ausschwenkenden Strafsenbahnwagen behindert; auch ist für die Fuhrwerke das spitzwinklige Kreuzen der Gleise gefährlich (Radbrüche), während für die Strafsenbahnwagen der Richtungswechsel der Einlauf- und Auslauf-Gegenkurven, sowie die wechselnde Querneigung des Gleises entsprechend dem Strafsenquerprofil Nachteile mit sich bringen. Schliefslich ist auch die Anordnung einer solchen Ausschwenkung für den Gleisbau und die Strafsenpflasterung nachteilig, weshalb es sich empfiehlt, von Ausschwenkungen abzusehen und in solchen Fällen Kurven mit kleinerem Halbmesser und tangentialen Gleisanschlüssen nach Abb. 13, Taf. XIII vorzuziehen.

Es ist dann, wenn irgend möglich, auch innerhalb der Kurven eine ausreichende Fahrbreite für das Strafsenfuhrwerk freizuhalten, wobei die erweiterten lichten Profile der Strafsenbahn und der Fuhrwerke wegen der Schrägstellungen der Kurvenfahrt zu berücksichtigen sind. Mufs indessen das Gleis der Innenkurve (z. B. bei Doppelgleisen wie bei Abb. 13, Taf. XIII) dicht an die Bordkante verlegt werden, welche eventuell nach der Gleiskurve abzuschneiden ist, so ist nach dem, was oben über den Achsenabstand der Gleise von Bürgersteigen gesagt wurde, der erforderliche Abstand mit Rücksicht auf die Schrägstellung der Strafsenbahnwagen zu bestimmen; derselbe beträgt bei kleinem Kurvenhalbmesser etwa bis zu 1,50 **m**.

Bei Verwendung gröfserer bezw. längerer Strafsenbahnwagen, wie sie z. B. bei grofsstädtischen Strafsenbahnen und Überlandbahnen aus Verkehrsgründen zweckmäfsig sind, mufs bezüglich der Trassierung von Kurven darauf Rücksicht genommen werden, dafs bei doppelgleisiger Bahnanlage der Achsenabstand der Gleise, welche je nach der Bauart der Wagen bei geraden Gleisen 2,50 bis 2,80 **m** beträgt, angemessen erweitert wird, um die gegenseitige Berührung von Wagenteilen und die Gefährdung der Fahrgäste zu verhindern.

Das Mafs der Erweiterung des Achsenabstandes wird am besten durch praktische Versuche bezw. durch Zeichnung ermittelt, kann aber auch rechnerisch wie folgt bestimmt werden. Wird zur Vereinfachung angenommen, dafs die beiden Kurvengleise konzentrisch angeordnet sind und bezeichnet nach Abb. 13 (S. 448)

L die Wagenlänge,
B die Wagenbreite,
l den Radstand (bei vierachsigen Wagen den Abstand der Drehpunkte),
R_i den Halbmesser des Innengleises (gemessen in der Gleisachse),
R_a den Halbmesser des Aufsengleises (gemessen in der Gleisachse), annäherungsweise gleich $R_i + 3{,}00$ **m**,
ε den lichten Abstand der Wagen,

so ist der erweiterte Gleisachsenabstand in der Kurve:

$$A = a + b + \varepsilon = B + \frac{l^2}{8\,R_a} + \frac{L^2}{8\,R_m} - \frac{l^2}{8\,R_i} + \varepsilon \quad . \; . \; . \; . \quad 12.$$

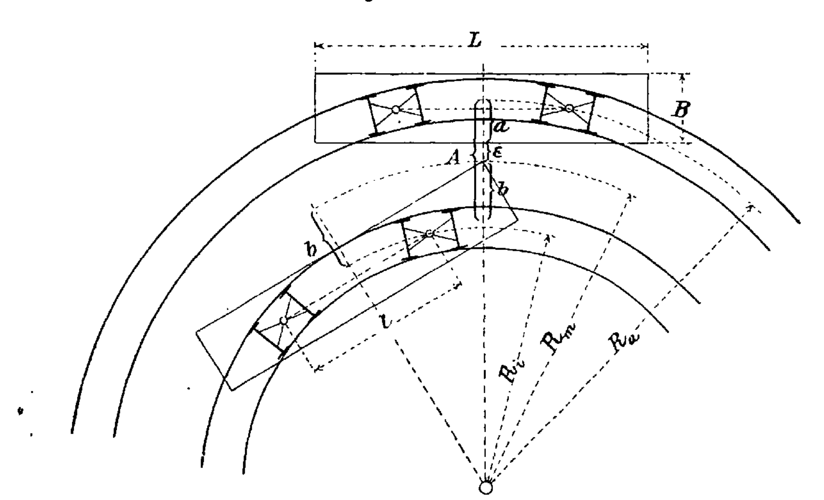
wobei

$$R_m = \sqrt{\frac{L^2}{4} + \left(R_i - \frac{l^2}{8\,R_i} + \frac{B}{2}\right)^2}$$

zu setzen ist.

Ist beispielsweise bei vierachsigen Wagen $L = 12{,}00$ m; $B = 2{,}15$ m; $l = 5{,}00$ m, so beträgt der Gleisachsenabstand in einer Kurve mit R_i von 15,00 m und R_a von rund 18,00 m, $A = 3{,}175 + \varepsilon$. Ist hierbei $\varepsilon = 0{,}40$ m, so wird $A = 3{,}575$ m, d. i. gegenüber dem normalen Achsenabstand von z. B. 2,65 m eine Erweiterung um 0,925 m.

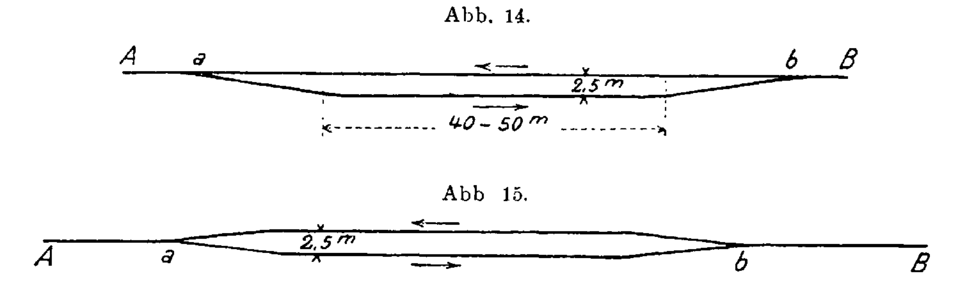
Abb. 13. *Ermittelung des Gleisabstandes in Kurven.*



Da es in der Praxis oft unerwünscht ist, eine so grofse Erweiterung des Gleisabstandes in den Kurven vorzunehmen, weil dies unter Umständen nur durch Ausschwenken des Aufsengleises möglich ist und damit, wie oben gezeigt, Nachteile für den Strafsenverkehr und den Gleisbau verbunden sind, so werden an einigen Orten Strafsenbahnwagen mit zugeschärften Plattformen verwendet, welche bei der Kurvenfahrt weniger über das normale Wagenprofil vorstehen, wodurch das Mafs b in Abb. 13 erheblich verringert wird.

4. **Ausweichungen** sind, wie oben unter 2. angegeben, bei eingleisiger Anlage in entsprechenden Abständen je nach Fahrgeschwindigkeit und Zeitfolge der Wagen vorzusehen; dieselben können am einfachsten nach Abb. 14 oder 15 angeordnet sein, erfordern aber jedenfalls Weichenkonstruktionen mit zwei beweglichen Zungen, weil das Einfahren von der Geraden in eine Kurve bei Verwendung fester Zungen, wie sie früher bei

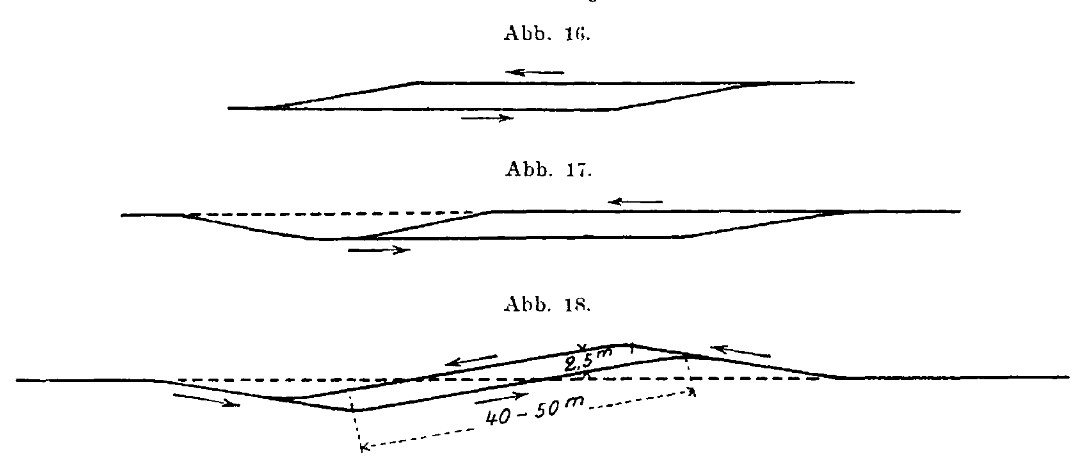
Abb. 14 u. 15. *Ausweichungen gewöhnlicher Bauart.*



Pferdebetrieb vielfach üblich waren, nicht genügende Betriebssicherheit bietet. Um das Stellen der Weichen von Hand zu vermeiden, werden bisweilen sogenannte „Schnappweichen" verwendet, bei denen die Weichenzungen mittels Federn oder Gewichtshebel in ihrer normalen Einfahrtstellung erhalten werden, derart, dafs die Zunge nach dem Aufschneiden der Weiche durch den ausfahrenden Wagen wieder in ihre normale Lage zurückgeht. Bei Abb. 14 steht die Weiche a nach dem Seitengleis offen, die Weiche b nach dem Hauptgleis. Der von A kommende Wagen fährt in das Seitengleis ein und

schneidet beim Ausfahren nach *B* die Weiche *b* auf, der von *B* kommende Wagen hat die Weiche *a* aufzuschneiden. Ähnlich bei Abb. 15, wo auch bei der Fahrt *A B* die Weiche *b*, bei der Fahrt *B A* die Weiche *a* aufzuschneiden ist, und jede derselben wieder durch die Feder in die Normalstellung zurückkehrt. Bei Weichen, welche nur in einer Richtung durchfahren werden, hat man in früherer Zeit auch Weichen mit fester Zunge in der Anordnung nach Abb. 16 ausgeführt, wobei die Einfahrt immer in gerader Linie erfolgt, aber es ist hiermit der Nachteil verbunden, dafs an der Ausweichung die anschliefsenden Gleise um den normalen Gleisachsenabstand (z. B. 2,5 m) gegeneinander verschoben werden müssen. Dieser Nachteil kann zwar bei Anlage nach Abb. 17 oder Abb. 18 vermieden werden, indessen sind Weichen mit zwei festen Zungen, bezw. einer festen und einer beweglichen Zunge, für den elektrischen Betrieb grundsätzlich zu vermeiden, da bei dem grofsen Gewicht der Motorwagen und der höheren Fahrgeschwindigkeit die Entgleisungsgefahr bei spitz befahrenen Weichen wegen der unvermeidlichen seitlichen Drehungen der Wagen, besonders bei zweiachsigen Wagen, sehr beträchtlich ist.

Abb. 16 bis 18. *Ausweichungen besonderer Bauart.*



Es müssen daher Anordnungen wie in Abb. 16 bis 18 zum mindesten mit „Federweichen“, und zwar mit zwei gekuppelten Federzungen ausgeführt werden, indessen empfiehlt es sich mehr, die Ausweichungen nach Abb. 14 auszuführen, zumal auch die sogenannten „Mittelweichen“ in Abb. 15 den Nachteil aufweisen, dafs die Wagen in beiden Fahrtrichtungen Gegenkurven durchfahren müssen, während bei der Ausweichung nach Abb. 14 wenigstens in einer Fahrtrichtung ein ungehindertes geradliniges Durchfahren möglich ist, so dafs z. B. bei unbesetzter Ausweichstelle (aufser den fahrplanmäfsigen Ausweichstellen werden oft auch Reserve-Ausweichstellen für Einsetzverkehr u. s. w. vorgesehen) keinerlei Betriebserschwerung eintritt.

Die Nutzlänge der Ausweichungen ist nach der Länge der zur Verwendung kommenden Wagen und deren Anzahl zu bemessen und beträgt zweckmäfsigerweise etwa 30 bis 40 m, wobei ein ausreichender Längs-Spielraum berücksichtigt werden mufs, da für das Vorrücken der Motorwagen Begrenzungen durch „Distanzpflöcke“ (wenigstens bei eigentlichen Strafsenbahnen) nicht üblich und auch schwer anwendbar sind. Empfehlenswert ist, die gerade Nutzlänge der Ausweichung in einem vielfachen Mafs der normalen Schienenlänge (z. B. von 15 m) herzustellen, um ein Zerschneiden der Schienen zu vermeiden.

Bei zweigleisiger Anlage der Bahn sind Verbindungen zwischen den Gleisen auf freier Strecke zuweilen zweckmäfsig, um bei Betriebsstörungen durch Gleisversperrungen

(infolge Radbrüchen von Strafsenfuhrwerken u. s. w.) den Betrieb an der betreffenden Stelle eingleisig aufrecht erhalten zu können. Auch eignen sich derartige aus einem Rechts- und einem Links-Gleiswechsel bestehende Umfahrungen zur Abstellung von beschädigten Strafsenbahnwagen bezw. Aufstellung von Einsetz- oder Reservewagen.

5. Die **Endhaltestellen** können bei eingleisiger Anlage sehr einfach gestaltet werden: das Gleis kann stumpf auslaufen ohne jegliches Seitengleis, wenn unweit des Endes eine Ausweichstelle vorhanden ist, auf welcher ankommende und abgehende Wagen aneinander vorbeifahren. Bequemer ist die Anordnung der Abb. 19 mit Seitengleis, auf welchem der zurückgehende Wagen die Ankunft des entgegenkommenden abwartet.

Abb. 19 bis 23. *Endhaltestellen.*

Abb. 19 u. 20. *Für eingleisige Strafsenbahnen.* Abb. 21 bis 23. *Für zweigleisige Strafsenbahnen.*

Abb. 19. Abb. 20. Abb. 21. Abb. 22. Abb. 23.

Eine veränderte Anordnung ist nötig, wenn nicht nur einzelne Wagen, sondern Motorwagen (bezw. Lokomotiven) mit Anhängewagen zu befördern sind. Es ist hier die Anordnung der Abb. 20 mit zwei Weichen nötig: der Motorwagen des ankommenden Zuges fährt nach A, während der Anhängewagen bei B zurückbleibt, der Motorwagen fährt dann über das Ausweichgleis nach C zurück, setzt sich vor den Anhängewagen und erwartet dort die Ankunft des nächsten Zuges, welcher in das Nebengleis einfährt und nach Abfahrt des ersten Zuges über das freie Gleis B umsetzt. Falls nur von einem Gleise abgefahren werden darf, mufs der erstbezeichnete Zug über B nach A vorrücken, dann in das Nebengleis zurückstofsen und der Motorwagen setzt sich schliefslich über $A — B — C$ vor seinen Anhängewagen.

Bei zweigleisiger Anlage genügt für Einzelwagen die Anordnung der Abb. 21, bei Anhängewagenbetrieb mufs aber die Anlage nach Abb. 22 mit drei Weichen ausgeführt werden, um ein Umsetzen der Motorwagen zu ermöglichen. Wird die Abfahrt auch aus dem Ankunftgleise zugelassen, was für lebhaften Verkehr in Betracht kommen kann, oder endigen mehrere Linien an einer Endhaltestelle, so dafs eventuell das Vorsetzen eines später ankommenden Zuges vor einen bereits haltenden erforderlich wird, dann empfiehlt es sich, statt des vor der Einfahrt liegenden Gleiswechsels ein Weichenkreuz einzulegen, wie in Abb. 23 dargestellt ist, wo zugleich der zweite Gleisstrang zwecks Abstellung von Wagen über die Endhaltestelle hinaus verlängert worden ist.

Bei den beschriebenen Anordnungen in Abb. 19 bis 23 findet ein Drehen der Wagen nicht statt.

Eine andere Ausbildung der Endpunkte von Strafsenbahnen bieten die Schleifen, die bei ein- oder zweigleisiger Anlage möglich sind. Bei zweigleisiger Bahn sind dann

Weichen im allgemeinen entbehrlich (s. Abb. 35, S. 455); die Wagen werden hierbei selbsttätig gedreht, was für eine gleichmäfsige Abnutzung der Radreifen zweckmäfsig ist.

Derartige Schleifen sind z. B. bei Kabelbahnen nicht zu umgehen, weil das Kabel einen in sich geschlossenen Ring bildet.

6. Haltepunkte. Bei eingleisiger Bahn liegen die Haltepunkte naturgemäfs an den Ausweichstellen, da ein wenn auch nach Möglichkeit nur kurzer Aufenthalt daselbst unvermeidlich ist, im übrigen können auf den eingleisigen Zwischenstrecken Haltepunkte nach Bedarf vorgesehen werden.

Bei zweigleisiger Bahn können die Haltepunkte unabhängig von der Begegnung der Strafsenbahnwagen völlig dem Bedürfnis entsprechend angeordnet werden.

Abb. 24.
Haltestellen vor einer Strafsenkreuzung.

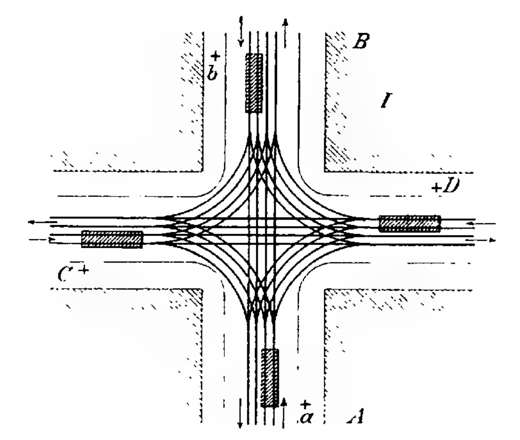
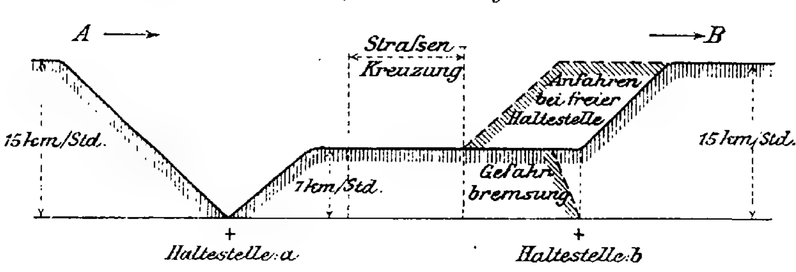


Abb. 25.
Geschwindigkeitsdiagramm bei der Fahrt über eine Strafsenkreuzung.



In Grofsstädten mit lebhaftem Fahrverkehr und zahlreichen Strafseneinmündungen bezw. Kreuzungen sind die Haltepunkte grundsätzlich vor den Strafsenkreuzungen und zwar für die einzelnen Fahrtrichtungen versetzt anzulegen (vergl. Abb. 24), weil nur dann wegen des langsamen Anfahrens der Strafsenbahnwagen mit Sicherheit darauf gerechnet werden kann, dafs die Strafsenkreuzung mit geringer Geschwindigkeit durchfahren wird, und man im Falle der Gefahr den Wagen schnell zum Stillstand bringen kann, wie aus dem Geschwindigkeitsdiagramm in Abb. 25 ersichtlich ist. Überdies sprechen auch noch andere praktische Gründe des Betriebes und des öffentlichen Verkehres für diese Anordnung, wenn sich beispielsweise an der betreffenden Strafsenkreuzung eine Gleisabzweigung befindet und allein schon wegen des Umstellens der Abzweigungsweiche ein Aufenthalt erforderlich wird.[14])

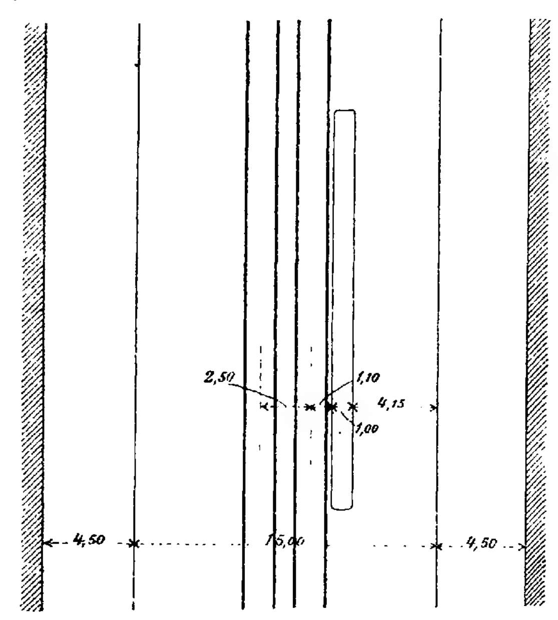
Bei der aus Verkehrsgründen zweckmäfsigen Lage der Strafsenbahngleise in der Strafsenmitte, wie oben unter 3. näher erläutert, hat es sich in verkehrsreichen Strafsen als nachteilig erwiesen, dafs die Fahrgäste an den Haltestellen durch den Verkehr der übrigen Strafsenfuhrwerke gefährdet werden. Zwar ist versucht worden, diese Gefahr möglichst zu verringern dadurch, dafs die Fuhrwerke durch polizeiliche Vorschriften zur Ermäfsigung ihrer Fahrgeschwindigkeit gezwungen werden. Das Abhülfemittel, etwa an den Strafsenbahn-Haltestellen den ganzen übrigen Fahrverkehr ebenfalls halten zu lassen, würde indessen zu erheblichen Stockungen des Verkehrs führen, welche in Strafsen mit lebhaftem Strafsenbahnverkehr andauernd Störungen verursachen würden; dieses Mittel ist daher nicht anwendbar. Dagegen empfiehlt sich zur Sicherung der

---

[14]) Vergl. Dietrich, Abhandlung über die Lage der Strafsenbahn-Haltestellen. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1902, S. 691 ff.

Fahrgäste an den Haltestellen schmale Schutzinseln nach Abb. 26 neben dem Gleis in den Strafsenfahrdamm einzulegen, um so den aus- und einsteigenden Fahrgästen einen gesicherten Standplatz zu schaffen, von wo aus der Bürgersteig in gelegenem Augenblick leicht erreichbar ist, zumal der Verkehr der Strafsenfuhrwerke dann nicht mehr so sehr durch die Strafsenbahn behindert wird und Anstauungen der Fuhrwerke wegen der regelmäfsigeren Fahrgeschwindigkeit derselben kaum noch vorkommen können.

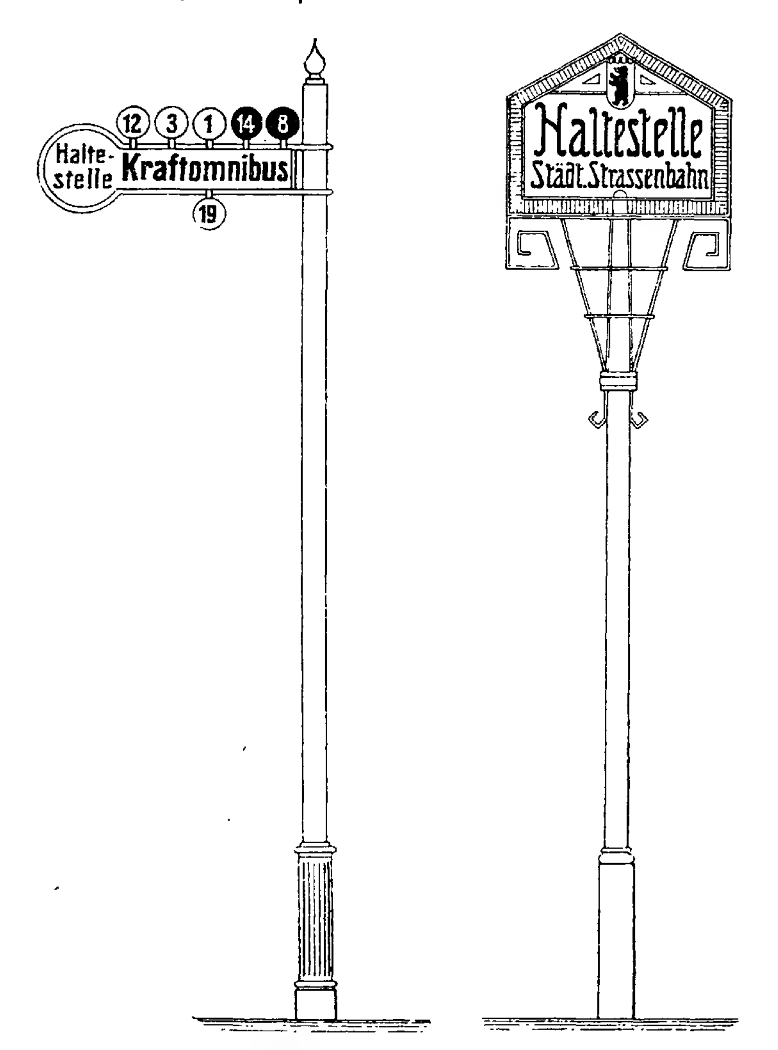
Abb. 26. *Schutzinsel an der Haltestelle.*



Derartige Schutzinseln von etwa 1,00 bis 1,50 m Breite und einer Länge bis zu 20 m (Länge eines ganzen Strafsenbahnzuges) haben sich in Berlin als sehr zweckmäfsig erwiesen und verdienen Beachtung. Ist die Fahrdammbreite für die Anlage solcher Inseln zu schmal, so wird es meist angängig sein, den Bürgersteig an der Haltestelle entsprechend zu verschmälern und einen Teil desselben zur Verbreiterung des Fahrdammes zu verwenden, doch ist dann die Einschwenkung der Bordkanten mit sehr flachen Gegenkurven und möglichst schon etwa 10 m vor und hinter den Schutzinseln vorzunehmen, um die Strafsenfuhrwerke allmählich in die Richtung der Ausschwenkung überzuführen.

Abb. 27 u. 28. *Tafeln an Haltestellen.*

Abb. 27. *Berliner Omnibus-Aktien-Gesellschaft.* Abb. 28. *Städt. Strafsenbahnen in Berlin.*

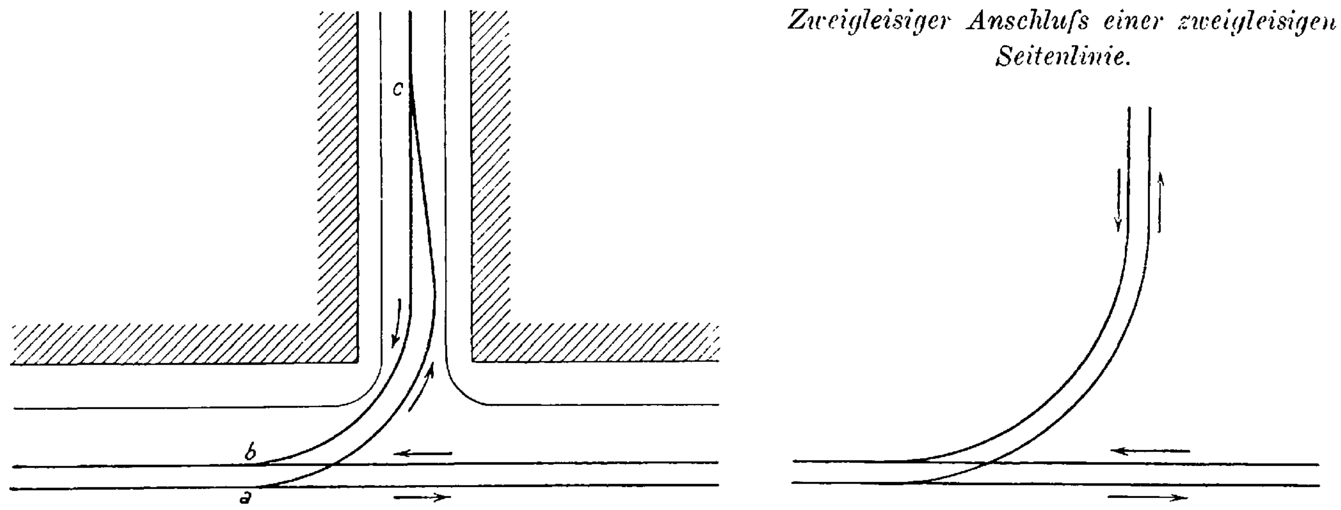


Bezüglich der Kennzeichnung der Haltepunkte ist zu erwähnen, dafs gewöhnlich Tafeln mit der Bezeichnung der Haltestelle auf eisernen Pfosten (vergl. Abb. 27 u. 28) aufgestellt oder an Leitungsmasten, Gaskandelabern, Häusern u. s. w. angebracht werden. Dient die betreffende Haltestelle mehreren Strafsenbahnlinien, welche z. B. durch Nummern gekennzeichnet sind, so kann am Haltestellenschild darauf entsprechend hingewiesen werden, wie z. B. bei den Haltetafeln der Allgemeinen Berliner Omnibus-Aktien-Gesellschaft in der Abb. 27 sehr zweckmäfsig ausgeführt worden ist.

An einigen Orten werden zur Kennzeichnung der Haltepunkte farbige Glasglocken, welche abends elektrisch erleuchtet sind, in die Spanndrähte der Oberleitung eingebunden, um so die Haltepunkte schon von weitem kenntlich zu machen, auch werden bei Überlandbahnen bisweilen die Leitungsmasten, an denen sich Haltepunkte befinden, durch Glühlampen, welche durch besondere Färbung oder von der gewöhnlichen Anordnung abweichende Höhenlage auffallen, gekennzeichnet.

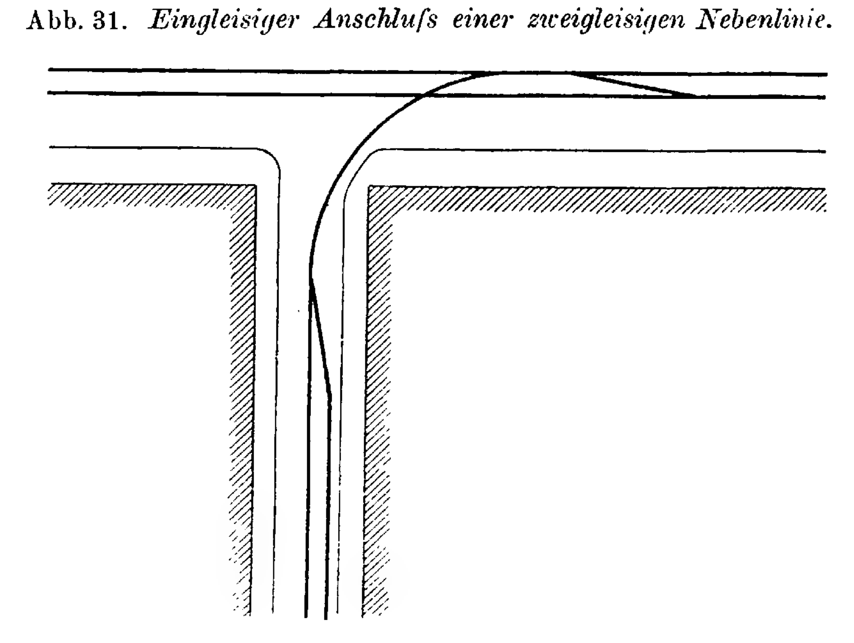
7. **Abzweigungen.** Die Abzweigung einer Seitenlinie von einer Hauptlinie kann, wenn erstere eingleisig, letztere zweigleisig ist, am besten nach Abb. 29 zweigleisig mittels drei Weichen und einer Kreuzung bewerkstelligt werden; die Weiche *a* mufs von Hand verstellbar eingerichtet werden, die Weichen *b* und *c* können mit selbsttätigen Zungen versehen sein. Bei zweigleisiger Anlage für beide Bahnen sind nur zwei Weichen und eine Kreuzung nötig (s. Abb. 30); die gegen die Spitze befahrene Weiche mufs als Stellweiche ausgeführt werden, während die zweite „aufschneidbare“ Weiche selbsttätige Zungen haben kann.

Abb. 29. *Zweigleisiger Anschlufs einer eingleisigen Seitenlinie.* Abb. 30. *Zweigleisiger Anschlufs einer zweigleisigen Seitenlinie.*



Sind die örtlichen Verhältnisse sehr beengt, so dafs ein zweigleisiger Anschlufs nicht ausführbar ist, so kann die Seitenlinie nach Abb. 31 angeschlossen werden, doch mufs dann vor der Spitze der Abzweigungsweiche ein Gleiswechsel zur Überführung der in die Abzweigung ausfahrenden Wagen eingebaut werden. Da hierbei die letzteren auf eine gewisse Strecke gegen die normale Fahrtrichtung des Anschlufsgleises fahren müssen, ist eine solche Ausführung aus Sicherheitsgründen nicht sehr empfehlenswert und kann nur bei schwachem Verkehr, z. B. bei dem Anschlufs eines Depot-Zufahrtgleises, als zulässig erachtet werden.

Abb. 31. *Eingleisiger Anschlufs einer zweigleisigen Nebenlinie.*

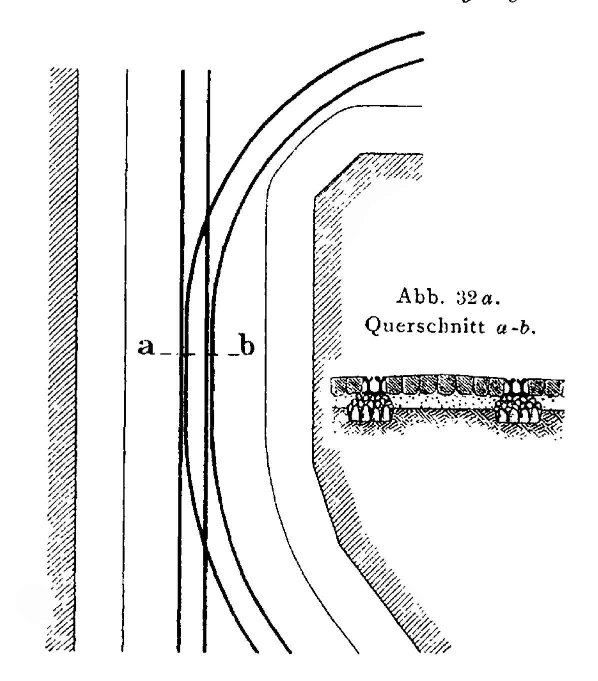


8. **Bahnkreuzungen** bestehen je nach dem eingleisigen oder doppelgleisigen Ausbau der einander kreuzenden Linien aus einfachen oder mehrfachen Gleiskreuzungen

und sollten aus baulichen Gründen nicht zu spitzwinklig ausgeführt werden. Wenn zwei Hauptlinien sich kreuzen, so ist unter Umständen eine Verbindung beider Linien je nach Einrichtung des Betriebes nach der einen oder anderen Seite erforderlich, bei Verbindung nach allen Seiten entsteht die Anordnung nach Abb. 24, wie sie mehrfach in Berlin mit 8 unsymmetrischen Doppelweichen und 12 Kreuzungen ausgeführt worden ist; dieselbe stellt sich als eine sehr umständliche Anlage dar, welche auch den grofsen Nachteil hat, dafs die ganze Strafsenkreuzung von Gleisen überdeckt ist, wodurch der Strafsenverkehr wesentlich beeinträchtigt wird. Man sucht deshalb derartige Anordnungen möglichst zu vermeiden.

Ergibt sich bei der Trassierung der Bahnkreuzung ein sehr spitzer Kreuzungswinkel, so empfiehlt sich anstelle der Kreuzungsanlage eine beiderseitige Abzweigung mittels Weichen und einer gemeinsamen Zwischengeraden, doch kann auch, wenn bei sehr lebhaftem Verkehr das Umstellen dieser Abzweigungsweichen störend sein würde, statt der Weichenverbindung eine „Gleisverschlingung“ angewandt werden, wie sie in Abb. 32 dargestellt ist. Dieselbe hat den Vorteil, dafs Zeitverluste beim Durchfahren nicht entstehen, auch kann die elektrische Leitungsanlage (zumal bei Anwendung des Bügelstromabnehmers) ohne Schwierigkeiten gemeinschaftlich benutzt werden; es sind hier für die eine Schiene des Nebenstranges zwei spitze Gleiskreuzungen einzubauen, während die andere Schiene dicht neben dem Parallelgleis ohne Weichenanschlufs verlegt wird.

Abb. 32 u. 32*a*. *Gleisverschlingung.*



Solche Gleisverschlingungen, welche in der Regel nur auf kurze Strecken ausgeführt werden, da sonst die Baukosten der Parallelgleise zu hoch werden, sind besonders dann zweckmäfsig, wenn die anschliefsende Linie wieder nach derselben Seite abgelenkt wird, wenn also die beiden Linien sich nicht kreuzen, sondern nur berühren.

Bei sehr spitzwinkligen Kreuzungen von Strafsenbahnen mit lebhaftem Verkehr kann im Bedarfsfalle, und wenn es die örtlichen Verhältnisse gestatten, eine Kreuzung in verschiedener Höhe in Betracht kommen. So zeigt Abb. 3 u. 4, Taf. XIII eine derartige Strafsenbahn-Unterführung in New-York, wo allerdings am Schnittpunkte des Broadway mit der 6. Avenue und der 34. Strafse besonders ungünstige Verkehrsverhältnisse vorliegen.

9. **Bahnschleifen.** Wie schon bei 3. erwähnt, werden eingleisige Bahnschleifen bei unzureichender Breite der Fahrdämme bisweilen angewandt und zwar kommen solche Schleifen nicht nur im Stadtinnern an besonders unwegsamen Stellen vor, wo man genötigt ist, die zwei Gleise auseinanderzuziehen und — wenn auch auf meist kurzen Strecken — das zweite Gleis in eine benachbarte Parallelstrafse zu verlegen, sondern es können Gleisschleifen auch mit Vorteil an den Linien-Endpunkten angeordnet werden; besonders dann, wenn bei lebhaftem Verkehr keine Zeit für das Umsetzen der Wagen an der Endhaltestelle verfügbar ist, oder wenn der betreffende Endpunkt einer Linie sich auf einer weiter führenden Linie befindet, deren Verkehr durch den Rangierbetrieb

der Endhaltestelle der ersteren behindert würde (vergl. Abb. 33, eine Strafsenbahnschleife in Detroit, U. S. A.). In solchem Falle ist es empfehlenswert, die Schleife nach Abb. 34 um einen seitlich gelegenen Platz zu legen.

Abb. 33. *Strafsenbahnschleife in Detroit.*

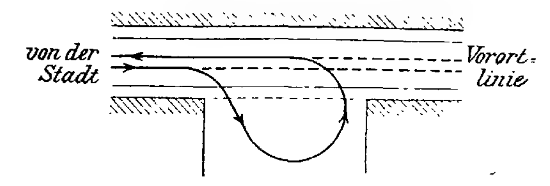
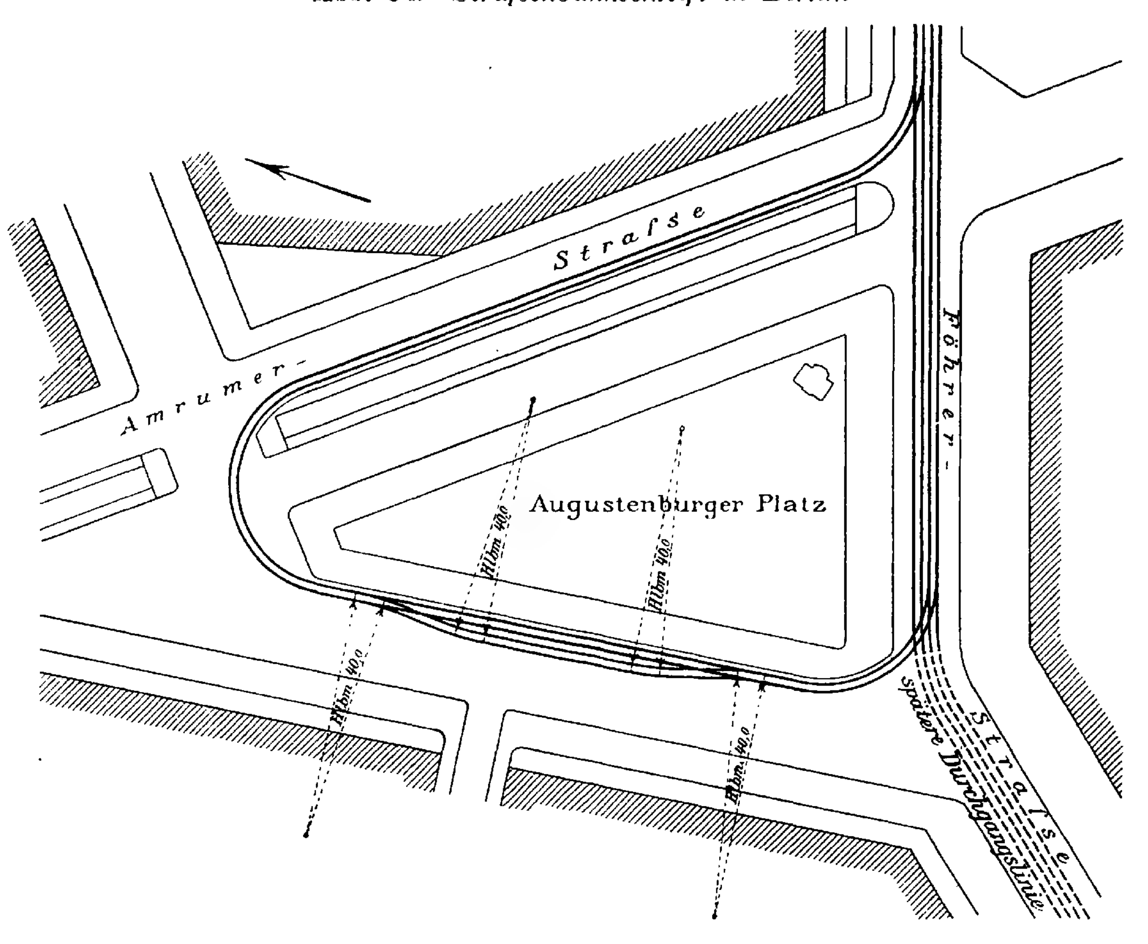
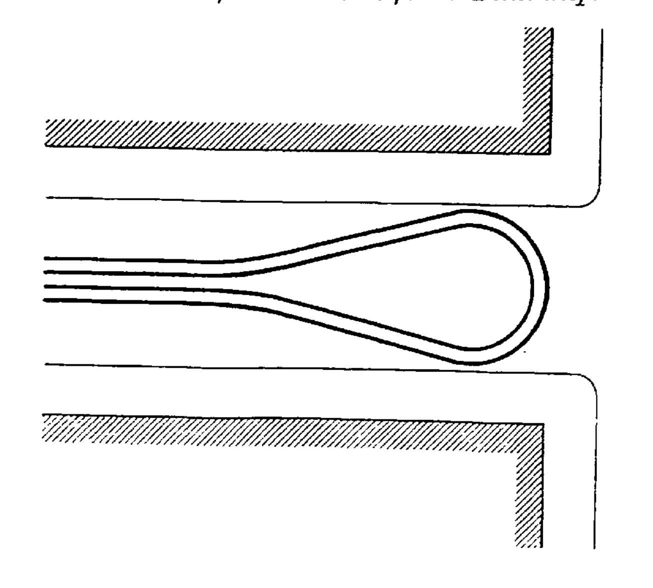


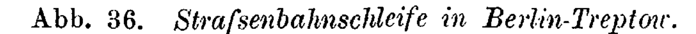
Abb. 34. *Strafsenbahnschleife in Berlin.*

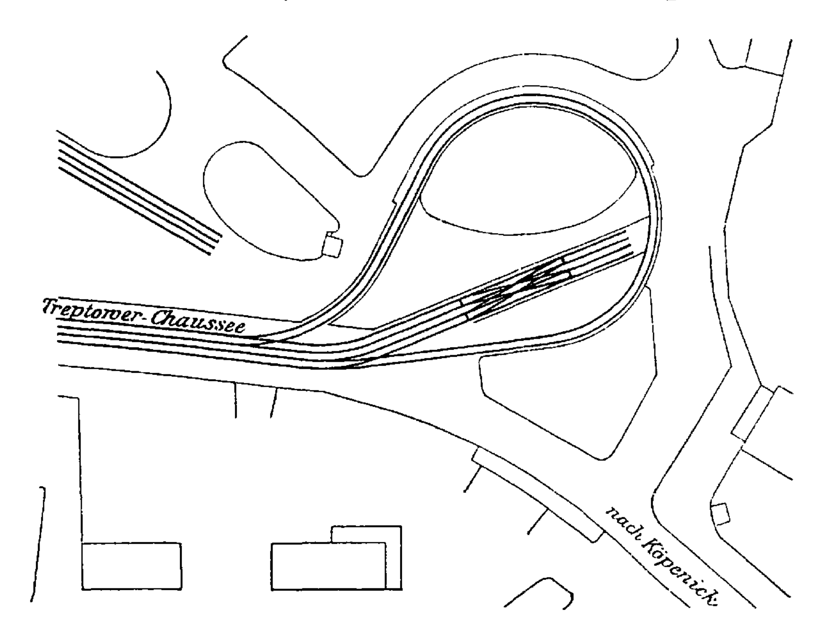


Solche Schleifen als Endschleifen auf der Strafse selbst anzuordnen, wie es z. B. in Philadelphia in der Marketstreet (Abb. 35) geschehen ist, wird sich nur bei ungewöhnlich breiten Fahrdämmen ermöglichen lassen, da für die Gleisschleifen — wie für Kurven überhaupt — Halbmesser unter 15 m möglichst zu vermeiden sind, und da der Verkehr der Strafsenfuhrwerke an der betreffenden Stelle wegen der Ausschwenkung der Strafsenbahn behindert wird. Es werden daher hierfür in der Regel freie Plätze benutzt, wie z. B. in Abb. 36 dargestellt, wo am Endpunkte einer Ausfluglinie in Treptow bei Berlin ein Teil des dortigen Parkes hierfür Verwendung gefunden hat; aufser der Schleife ist daselbst noch ein Aufstellungsgleis mit einem Weichenkreuz für den Betrieb von Einsetzlinien angelegt, deren Wagen nach Bedarf beziehungsweise nach einem von dem Schleifenbetrieb abweichenden Fahrplan verkehren.

Abb. 35. *Strafsenbahnschleife in Philadelphia.*




Abb. 36. *Strafsenbahnschleife in Berlin-Treptow.*



Wo die örtlichen Verhältnisse sehr beengt sind, wie z. B. im Stadtinnern, können derartige Endschleifen auch um Häuserblocks gelegt werden.

10. Strafsenbahnanlagen auf gröfseren Plätzen. Je nach der Gestaltung der Plätze und der Art und Gröfse des Verkehres sind für die Überführung von Strafsenbahnen über gröfsere Plätze verschiedene Anordnungen möglich.

Bei „Zierplätzen“, welche zweckmäfsigerweise seitlich neben der Hauptverkehrsstrafse liegen (z. B. Dönhoffplatz in Berlin), wird auch die Strafsenbahn neben dem Platz entlang geführt, und es tritt weder für die Fufsgänger, noch für den Strafsenverkehr aus der Anlage des Platzes eine Verkehrsbeeinträchtigung auf. Auch ist die etwaige Einmündung oder Kreuzung von anderen Strafsenbahnlinien vor oder hinter dem Platz nicht hinderlicher, als ähnliche Strafsenbahnanlagen an anderen Strafsenkreuzungen.

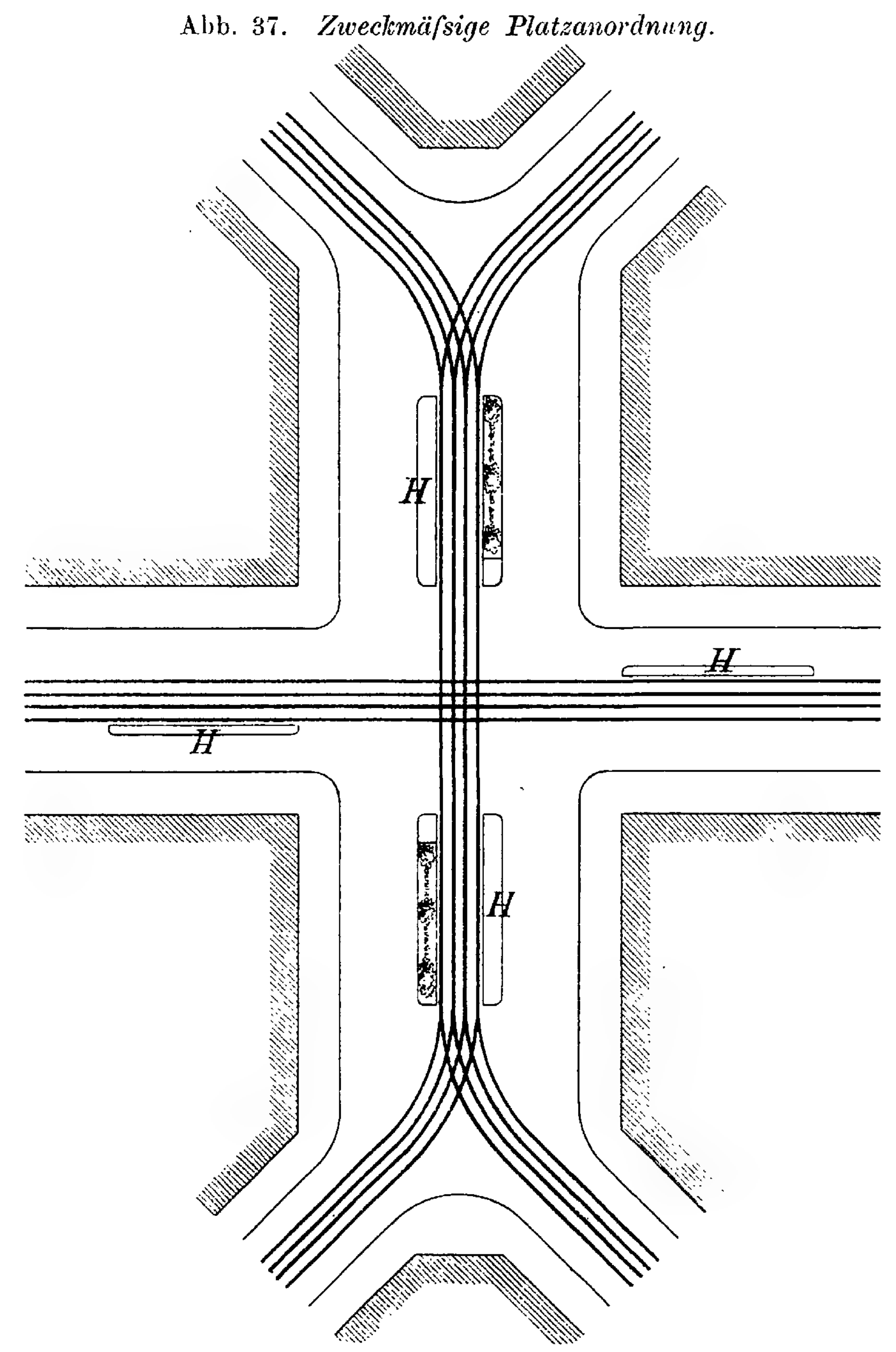
Wird ein gröfserer Platz durch die Strafsenbahn durchquert, so können Verkehrsbehinderungen leichter entstehen, da an solchen Punkten aufser dem Verkehr in Richtung der Hauptdurchquerungslinie meist auch ein nicht unerheblicher Kreuzungsverkehr von Fufsgängern, Fuhrwerken und Strafsenbahnen vorhanden ist, zumal wenn der betreffende Platz in Sternform ausgebildet ist und derselbe, da aus Raummangel kaum noch Zierflächen möglich sind, mehr den Charakter eines „Verkehrsplatzes“ annimmt.

Besonders schwierig wird die Durchführung des Verkehres, wenn auf solchen Sternplätzen mehrere Strafsenbahnlinien im Sternzentrum zusammengeführt werden, wenn dabei mehrfache Gabelungen und Durchkreuzungen vorzunehmen sind; es sind dann Verkehrsstockungen kaum zu vermeiden, da der durchlaufende Hauptverkehr, insbesondere der Fuhrwerke, durch die verschiedenen Querlinien erheblich beeinträchtigt wird. Für Grofsstadt-Plätze ist daher die Sternform mit durchkreuzenden Verkehrslinien als durchaus unzweckmäfsig zu erachten, und es wird demgemäfs bei der Aufstellung von Bebauungsplänen neuerdings anderen Grundrifsformen der Vorzug gegeben, z. B. können die diagonalen Sternstrahlen bereits vor der Kreuzung mit der Hauptverkehrslinie zum Schnitt gebracht und der Vereinigungsstrang der ersteren dann in einfacher Kreuzung, wie Abb. 37 zeigt, über die Hauptlinie geführt werden, so dafs auch für die kreuzenden Strafsenbahnen wesentlich einfachere Betriebsverhältnisse entstehen, zumal wenn auch die Strafsenbahnlinien sich nur kreuzen und Abzweigungen nicht in Betracht kommen, da solche zweckmäfsigerweise vor oder hinter dem eigentlichen Kreuzungspunkt anzulegen sind.

Bei sehr lebhaftem Verkehr an solchen Kreuzungspunkten kann mit Vorteil eine Verkehrsregelung durch Signale bezw. polizeiliche Beaufsichtigung vorgenommen werden, wie letztere z. B. in Berlin an mehreren Strafsenkreuzungen der Leipzigerstrafse und am Potsdamer Platz derart eingerichtet ist, dafs auf das betr. Signal eines Polizeibeamten die Kreuzung abwechselnd für die eine oder andere Durchfahrtsrichtung freigegeben wird.

Eine andere wesentlich abweichende Form der Platzgestaltung und Anordnung der Strafsenbahnanlagen ergibt sich dann, wenn sich inmitten des Platzes eine gröfsere Insel befindet, und die Verkehrsstrafsen im Ringe herumgeführt werden. Die Haupt- und Nebenstrafsen können dann direkt auf den Ring einmünden und es lassen sich auch die anschliefsenden Strafsenbahnlinien leicht durchführen, wenn für den gesamten Fahrverkehr ein Richtungsbetrieb vorgeschrieben wird. Die Einmündung der einzelnen Strafsenbahnlinien erfolgt dabei mittels eingleisiger Weichendreiecke; auch können, wenn der Ring nur auf kurze Strecken befahren wird, mit Vorteil Gleisverschlingungen angewandt werden. Ein Beispiel solcher Platzanordnung ist in Abb. 38 (Belle Alliance-Platz in Berlin) dargestellt.

Abb. 37. *Zweckmäfsige Platzanordnung.*



Diese Ausbildung gröfserer Verkehrsplätze dürfte sich für manche grofsstädtischen Verkehrsknotenpunkte gut eignen, da die Verkehrsregelung bei Richtungsbetrieb der Strafsenbahn und der Fuhrwerke sich leicht vollzieht und auch für die Fufsgänger die Überschreitung der Ring-Fahrstrafse nicht so gefährlich ist, weil dieselben ihre Aufmerksamkeit immer nur auf die von einer Richtung kommenden Fuhrwerke und Strafsenbahnwagen zu lenken haben.

Die Insel kann dabei zur Aufstellung eines Denkmales, einer Säule, eines Brunnens oder dergl. und für gärtnerische Schmuckanlagen benutzt werden, so dafs derartige „Ringplätze“ eine künstlerisch monumentale Wirkung erzielen können und für die einmündenden Strafsenzüge einen hervorragenden Abschlufs ihrer Perspektive bilden.

Voraussetzung für die Durchführbarkeit solcher Ringplätze mit Zentralinsel und „Richtungsbetrieb“ ist bezüglich der Anlage der Strafsenbahngleise, dafs für den Strafsenbahnring ein ausreichend grofser Halbmesser (nicht unter 20 bis 25 m) gewählt werden kann, da sonst der Einbau der Anschlufsweichen erschwert und die Betriebssicherheit der Strafsenbahn gefährdet wird (Betriebsstörungen infolge Durchbrennens der Sicherungen, Ausschaltens der Automaten, Entgleisung der Stromabnehmer oder gar der Wagen selbst würden an solchen Verkehrsknotenpunkten grofse Nachteile verursachen).



Abb. 38. *Strafsenbahnschleife in Berlin.*

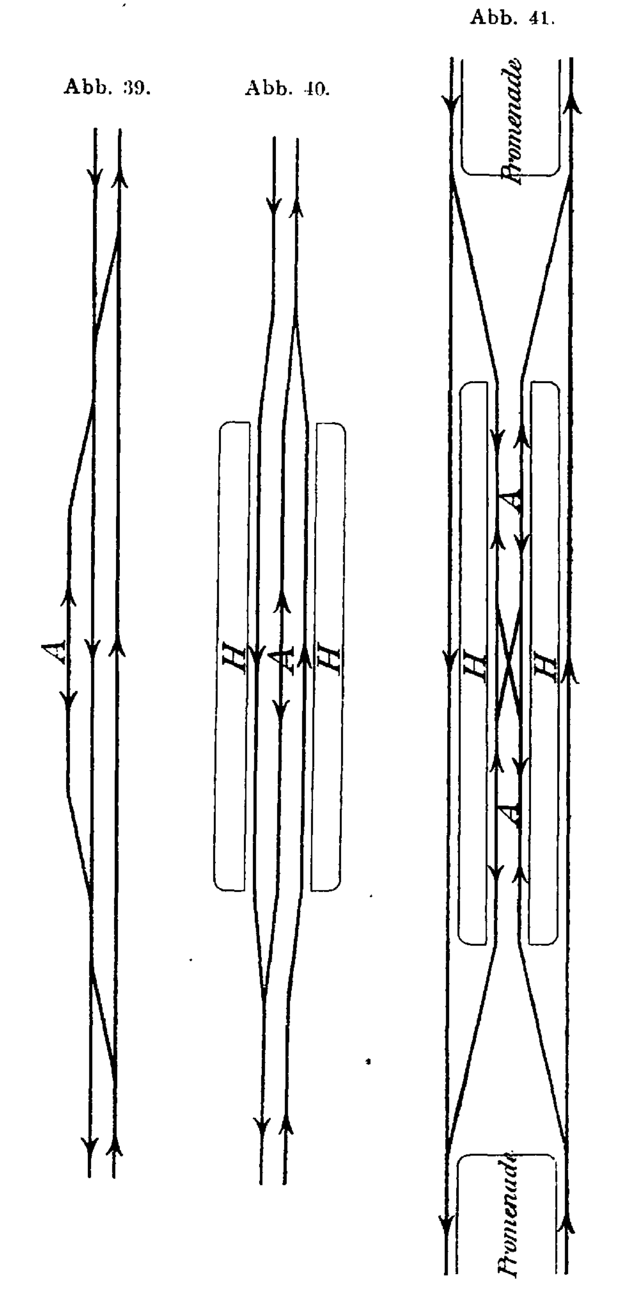
Bei Plätzen mit besonders lebhaftem Verkehr der Strafsenbahn, wie auch der übrigen Fuhrwerke und zahlreichen Strafseneinmündungen ist allerdings auch der Ringbetrieb nicht mehr anwendbar, weil dann infolge der Anhäufung von Strafsenbahnwagen auf der Ringstrecke und den zahlreichen Abzweigungen der Verkehr der Fuhrwerke so behindert wird, dafs Verkehrsstockungen eintreten. In solchem Falle sind Verkehrsentlastungen vorzunehmen, indem entweder ein Teil der Strafsenbahnlinien oder der Fuhrwerke auf andere Strafsenzüge (eventuell Parallelstrafsen) abgelenkt wird, ohne den betreffenden Platz zu durchfahren, oder indem der Verkehr der Hauptlinie (bezw. des Hauptstrafsenzuges eventuell einschliefslich der Fuhrwerke) unterirdisch (nach Art der in Abb. 3 u. 4, Taf. XIII dargestellten Unterführung) unter dem Platze durchgeführt wird.

11. Stationsanlagen für Strafsenbahnen. Sind an einem Punkte der Strafsenbahn, sei es am Endpunkte einer Linie, oder an einem Zwischenpunkte besonderer Bedeutung Wagen abzustellen, um nach Bedarf in den fahrplanmäfsigen Betrieb eingereiht bezw.

— wie bei Anhängewagen — den Tourenwagen beigegeben zu werden, oder kommen daselbst mehrere Strafsenbahnlinien zusammen, so sind unter Umständen mehrere Aufstellungs- und Rangiergleise mit den zugehörigen Weichenverbindungen herzustellen, um eine Verteilung der Wagen nach den betreffenden Verkehrsrichtungen vorzunehmen bezw. den Übergang der umsteigenden Fahrgäste von der einen auf die andere Linie mit möglichst geringem Zeitverlust zu bewirken.

Derartige Aufstellungsgleise können z. B. nach der in den Abb. 39 bis 41 gekennzeichneten Art angeordnet werden. Bei Abb. 39 liegt das Aufstellungsgleis seitlich des einen durchlaufenden Gleises und es sind zur Überführung von Wagen auf das zweite durchlaufende Gleis besondere Gleiswechsel erforderlich, im ganzen werden 6 Weichen benötigt, bezw. bei einfacheren Anlagen, wo das Abstellgleis als Stumpfgleis ausgebildet und nur einseitig für beide Fahrtrichtungen angeschlossen wird, 3 Weichen.

Abb. 39 bis 41.
Stationsanlagen mit Aufstellungsgleisen (A).



Bei Abb. 40 (Stationsanlage auf dem Bahnhof-Vorplatz in Brandenburg a. H.) kommt man statt mit 6 Weichen mit nur 2 Weichen aus, und es dient dort das mittlere Gleis als Abstellgleis für Einsetzwagen.

Bei gröfserem Verkehr und wo ein Rangieren der abgestellten Wagen in Betracht kommt, müssen mehrere Abstellgleise vorgesehen werden, auch kann z. B. bei weit auseinander liegenden Durchfahrtsgleisen — an Promenaden — die in Abb. 41 skizzierte Anordnung zweckmäfsig sein, wobei die zwei Aufstellungsgleise in der Mitte zwischen den Durchfahrtsgleisen verlegt und mittels eines Weichenkreuzes miteinander verbunden sind. Zwischen dem Durchfahrtsgleis und dem Aufstellungsgleis kann in solchem Falle eine Schutzinsel für die Fahrgäste angelegt werden.

Indem man an derartigen mit Stationsanlagen versehenen Zentralpunkten die von den verschiedenen Richtungen ankommenden Wagen gleichzeitig eintreffen läfst, ist den die Bahn Benutzenden die Möglichkeit gegeben, nach jeder Richtung hin weiterzufahren. Es sind daher Gleise von solcher Ausdehnung erforderlich, dafs die von den verschiedenen Richtungen ankommenden Wagen oder Züge bequem aufgestellt werden können. Sehr bequem für die Fahrgäste sind Wartepavillons oder in Ermangelung derselben breitere, zwischen oder neben den Gleisen liegende Fufssteige bezw. Schutzinseln, auf denen die Ankunft der Wagen abgewartet werden kann, ohne dafs die Wartenden vom übrigen Strafsenverkehr belästigt werden.

Als sehr zweckmäfsige Anordnung ist es zu bezeichnen, wenn mit diesen Wartegebäuden Bedürfnisanstalten in Verbindung stehen, welche unter Umständen unter der Strafsenoberfläche angebracht werden können.

Derartige Gleisanlagen sind nur auf gröfseren städtischen Plätzen ausführbar, da man aber auch hier in dem von der Strafsenbahn in Anspruch genommenen Raum sich möglichst beschränken mufs, so ist es nicht nötig, für jede Linie ein besonderes Gleis zu schaffen, man wird deshalb keinen Anstand zu nehmen haben, verschiedene Linien auf dasselbe Gleis einlaufen zu lassen (nur für Linien mit Lokomotivbetrieb ist eine gröfsere Anzahl von Gleisen zweckmäfsig). Besondere Aufstellungsgleise sind sodann, wie erwähnt, noch erforderlich zum Aufstellen von Anhänge- und Einsetzwagen, die bei starkem Andrang einzustellen sind.

Besonders wichtig ist die Ausbildung der Stationsanlagen an solchen Strafsenbahn-Endpunkten, wo mehrere Linien zusammenkommen und ein umfangreicher Rangierbetrieb zu berücksichtigen ist, wo also die oben beschriebenen einfacheren Endhaltestellen nicht mehr als ausreichend anzusehen sind.

Als Beispiel einer solchen Kopfstation möge die Bahnanlage vor dem Zentralbahnhof in Basel Erwähnung finden (s. Abb. 11, Taf. XIII). Die beiden hier endigenden Linien gehen auf das Bahnhofsgebäude zu und endigen in einfachen Kopfgleisen, welche durch Weichen miteinander verbunden sind. Die Wagen fahren an den Punkten A und B an und von hier ab, während die bis zum Empfangsgebäude des Bahnhofs vorgeschobenen Ausziehgleise zur Aufstellung von Reservewagen dienen, welche mittels eines Weichenkreuzes verbunden sind, so dafs die Wagen in jedes der Abfahrtgleise einlaufen können.

Ein Bahnhof mit Wartepavillon ist die Haltestelle für den Paradeplatz in Zürich. Auf den Platz münden fünf Bahnzweige ein, welche je zweigleisig sind; zum Aufstellen der Wagen dienen zwei Gleise, welche in passender Weise durch Weichen miteinander verbunden sind, wie die Abb. 12, Taf. XIII zeigt. Neben den Gleisen liegt ein Warteraum von 5,25 m Länge und 3,5 m Breite, unter demselben befindet sich eine Bedürfnisanstalt, deren Eingänge neben dem Pavillon angebracht sind (s. Abb. 14 u. 15, Taf. XIII).

Als ein anderes Beispiel möge auch die Anlage auf dem Barfüfserplatz in Basel angeführt werden, wo neben einem Warteraum für das fahrende Publikum ein solcher für das Fahrpersonal, ein Bureau für den Stationsbeamten und ein Kiosk untergebracht ist (s. Abb. 16 bis 18, Taf. XIII). Unter dem Pavillon ist ebenfalls eine Bedürfnisanstalt angebracht; dieselbe erhält ihr Licht durch im Erdgeschofsboden eingelassene Tafeln mit Luxferglasprismen und durch Glasbausteine, welche in Oberlichtplatten im Trottoir eingelassen sind.

Derartige Warteräume bilden eine grofse Annehmlichkeit für die Fahrgäste, die damit verbundenen Bedürfnisanstalten werden durch die Pavillons maskiert; die Idee, beiderlei Einrichtungen miteinander zu verbinden, mufs als eine glückliche Lösung bezeichnet werden.

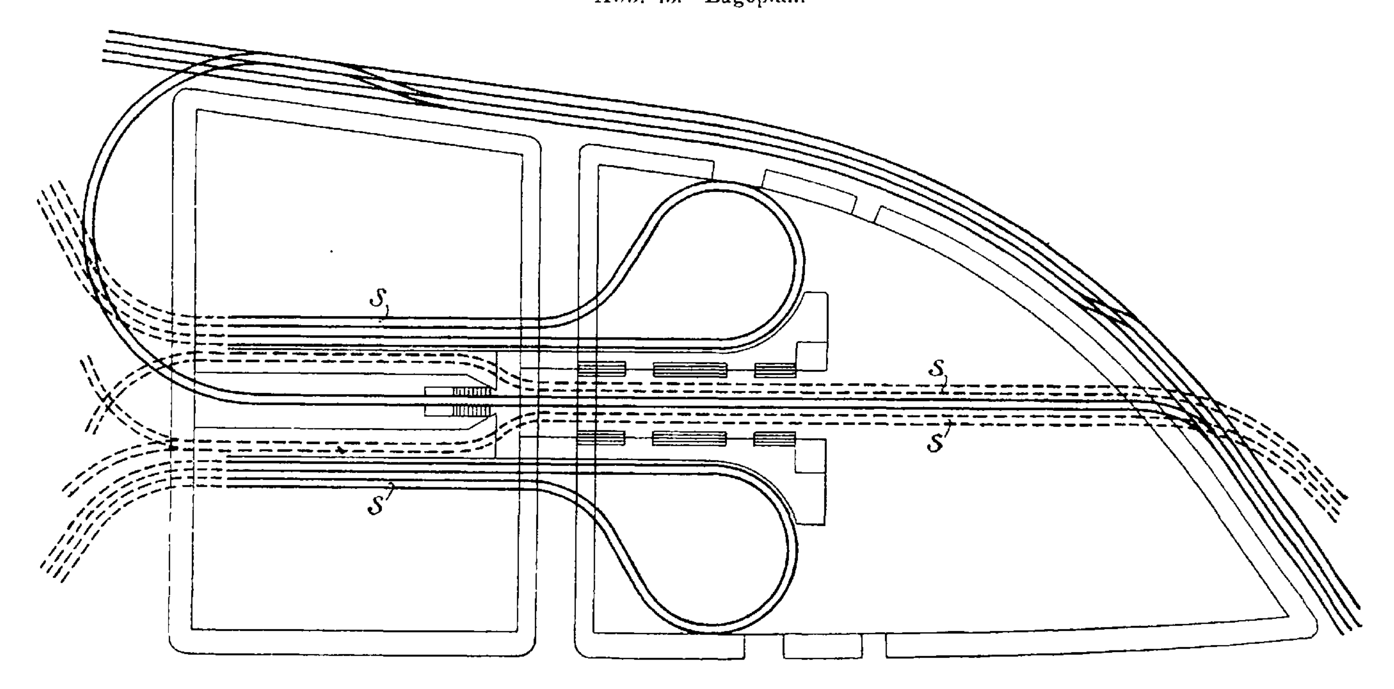
Es möge an dieser Stelle noch die interessante gemeinschaftliche Endstation der Strafsenbahn mit der Hochbahn in Boston Erwähnung finden. Bei dieser an der Dudley-Street in Boston ausgeführten Anlage ist die Hochbahn in einer Schleife verlegt, neben dessen einen Strang (s. Abb. 42 u. 43) die Strafsenbahn sich in zwei seitlichen Schleifen anlegt. Die Strafsenbahn wird in den äufseren Teil der beiden Schleifen bis

zur Hochbahn hochgeführt, und es sind beiderseits der Hochbahn gemeinschaftliche Bahnsteige für Hochbahn und Strafsenbahn angelegt worden. Leider hat anscheinend die für die Entwickelung der Strafsenbahnrampen verfügbare Länge nicht genügt, um die Strafsenbahn so hoch zu führen, dafs die Bahnsteige in gleicher Höhe liegen konnten und es mufsten daher Zwischenstufen angeordnet werden (s. den Querschnitt in Abb. 42).

Abb. 42 u. 43. *Gemeinschaftsbahnhof „Dudley-Street" der Strafsen- und Hochbahn in Boston.*

Abb. 42. Querschnitt.

Abb. 43. Lageplan.



§ 5. Oberbau der Strafsenbahnen.

I. Allgemeines.

Wie schon in der Einleitung (§ 1) erwähnt, bestanden die ersten Oberbaukonstruktionen der Strafsenbahnen aus Flachschienen aus Schweifseisen, welche auf hölzernen Langschwellen aufgenagelt waren, wobei die zur Befestigung dienenden Nägel in der Laufflàche selbst lagen, somit einer raschen Abnutzung unterlagen. Die hölzernen Langschwellen besafsen nur eine kurze Lebensdauer, hatten auch eine geringe Tragfähigkeit, welche durch die aufgelegten Flacheisen nur in geringem Mafse erhöht wurde. Die ersten Bestrebungen zur Verbesserung der Konstruktion waren nun darauf gerichtet, die Flachschienen derart umzuformen, dafs die Befestigungsmittel von den Rädern nicht mehr getroffen und aufserdem das Widerstandsmoment erhöht wurde. Es ergeben sich hieraus Querschnitte mit eingewalzter Rille und seitlichen Rippen nach der Bauart Loubat, Büsing, Fischer-Dick u. a., die längere Zeit bei schwachem Verkehr gute Dienste leisteten. Die richtige Spurweite wurde anfangs dadurch erhalten, dafs die Langschwellen mittels darunter liegender Querschwellen zusammengehalten waren. Da

aber die Unterhaltung dieser Querschwellen namentlich in gepflasterten Strafsen besonders schwierig und kostspielig wurde, so ersetzte man sie durch eiserne Querverbindungen in Form von Rundeisen oder besser hochkantig gestellten Flacheisen, welche in den Längsfugen des Pflasters gut unterzubringen waren. Anstelle der hölzernen Langschwellen, auf welche die Flachschienen aufgesattelt waren (daher auch die Bezeichnung „Sattelschienen") wurden in der Folgezeit besondere Tragstühle verschiedener Bauart bezw. auch Steinschwellen oder Eisenschwellen verwendet.

Für solche Strafsenbahnen, welche mit Dampflokomotiven betrieben wurden und wo des höheren Raddruckes wegen Flachschienen sich nicht bewährten, wurden nach Möglichkeit Trägerschienen nach Art der Vignoles-Schiene benutzt (Bauart Hartwich, s. Abb. 29 u. 46, Taf. XIV) oder auch die Sattelschiene mit entsprechender Profilierung als selbständig tragfähige „Trogschiene" (Bauart Demerbe, s. Abb. 35, Taf. XIV und Scott, s. Abb. 36, Taf. XIV) ausgebildet.

Aus der schmalfüfsigen Hartwichschiene entstanden sodann infolge entsprechender Veränderung des Schienenkopfes die „Nasenschienen" (Bauart Beer, Féral, Dufrane, s. Abb. 30, Taf. XIV), wie sie noch heute in Amerika (s. Abb. 31, Taf. XIV) vielfach gebräuchlich sind, und mit der fortschreitenden Walztechnik die eigentlichen „Rillenschienen" (Bauart Broca, s. Abb. 41, Taf. XIV und Phönix, s. Abb. 42 bis 44, Taf. XIV), während andererseits durch Zusammensetzung der entsprechend verbesserten Vignoles-Schiene mit einer besonderen Leitschiene die verschiedenen Oberbau-Anordnungen „mit offener Rille", unter diesen besonders die Bauart Haarmann (s. Abb. 52, 55 bis 57, 59 u. 60, Taf. XIV) ausgebildet wurden.

War für die eigentlichen, mit Pferden betriebenen Strafsenbahnen die als „Sattelschiene" ausgebildete Flachschiene fast ausnahmslos etwa bis zum Jahre 1885 in Verwendung, so fanden etwa von diesem Zeitpunkte ab die Trägerschienen mit geschlossener oder offener Rille ihrer wesentlich günstigeren Bauart wegen schnell Eingang, und als sodann seit dem Jahre 1890 auf den Strafsenbahnen anstelle des bisherigen Pferdebetriebes der elektrische Betrieb eingeführt wurde, welcher mit seinen erheblich gröfseren Radlasten erhöhte Anforderungen an die Tragfähigkeit und die Stofsverbindungen des Oberbaues stellte, erwiesen sich unter den mannigfachen Oberbau-Anordnungen schliefslich nur die einteilige Rillenschiene der Bauart Phönix und die zweiteilige Rillenschiene der Bauart Haarmann als brauchbar.

Diese beiden Arten sind nach mehrfachen Verbesserungen auch zur Zeit noch ausschliefslich in Verwendung, wobei von der in Amerika neben der Rillenschiene eingeführten Nasenschiene hier abgesehen werden kann.

II. Die verschiedenen Oberbau-Anordnungen nach ihrer geschichtlichen Entwickelung.

Nach vorstehendem gelangen wir zu folgender Einteilung der in Betracht kommenden Oberbau-Anordnungen:

A. Flachschienen
   a) auf Langschwellen.
   b) auf Einzelstützen;

B. Trägerschienen
   a) einteilige Trägerschienen,
   b) zusammengesetzte Trägerschienen.

Die Hauptformen des Strafsenbahn-Oberbaues sind auf Taf. XIV[15]) zusammengestellt, und es dürfte von Interesse sein, auf einige der dargestellten Oberbauarten in folgendem kurz einzugehen.

1. Flachschienen auf Langschwellen. Unter diesen der Vergangenheit angehörenden Oberbauformen ist als erste brauchbare und früher weit verbreitete Flachschiene die von Loubat (s. Abb. 3, Taf. XIV) zu erwähnen. Sie vermeidet die Mängel der einfachen Flachschiene dadurch, dafs an ihr schräge Lappen angewalzt sind, welche einerseits eine Verstärkung der Flachschiene abgeben, andererseits die Möglichkeit bieten, die Befestigung der Schiene durch seitlich in schräger Richtung eingeschlagene Nägel zu erreichen, so dafs die Lauffläche und die Spurkranzrille von den Befestigungsmitteln nicht berührt wird. Zu tadeln wäre, dafs der Anschlufs der Pflastersteine an die schrägen Rippen etwas schwierig ist, auch dafs längs der Nägel das Regenwasser in die Holzschwellen eindringen kann. Die Loubat'sche Schiene kam in Deutschland in grofser Ausdehnung noch in den 70er Jahren zur Anwendung. Ihr Gewicht betrug 16 bis 20 **kg** f. d. lfd. **m**.

Eine ähnliche, aber bereits verbesserte Anordnung zeigt die in Berlin zur Anwendung gekommene Schiene von Büsing (s. Abb. 8, Taf. XIV), bestehend aus einer Platte mit eingewalzter Rille und kleinen seitlichen Ansätzen, welche ebenfalls zur Befestigung der schräg eingeschlagenen Nägel benutzt wurden. Zur Befestigung der Langschwellen auf den Querschwellen dienten gufseiserne Winkel, die mit Nägeln befestigt waren. Am Schienenstofs ist eine eiserne Platte untergelegt.

In gekrümmten Strecken wurden besondere Schienen verwendet, die innere Bogenschiene mit Rillen von 40 **mm** Weite, die äufsere Schiene dagegen flach, so dafs der Spurkranz der Räder hier als Laufkreis diente. Die innere Schiene war durch Schrauben befestigt, welche durch die Spurkranzrille durchgingen, die äufsere Schiene durch seitlich eingeschlagene Nägel (siehe Abb. 44 u. 45). Die Anordnung der Kurvenschienen hat den Vorteil, dafs die Reibungswiderstände geringer sind.

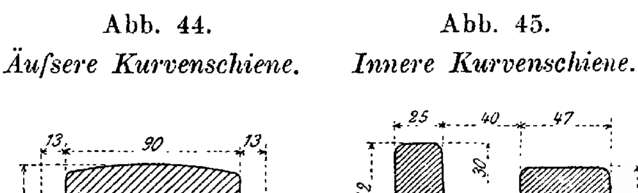


Abb. 44 u. 45. *Bauart Büsing in Kurven.*
M. 1 : 5.

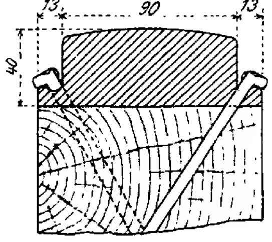


Abb. 44.
Äufsere Kurvenschiene.

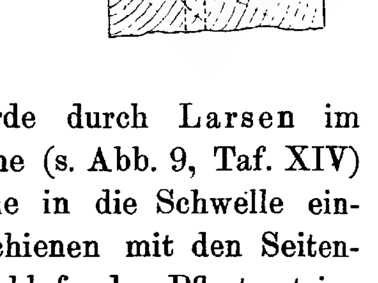


Abb. 45.
Innere Kurvenschiene.

Eine wesentliche Verbesserung der Schienenform wurde durch Larsen im Jahre 1871 erreicht. Die mit einer Rille versehene Flachschiene (s. Abb. 9, Taf. XIV) ist mit seitlichen, senkrecht stehenden Rippen versehen, welche in die Schwelle eingelassen sind, so dafs die seitlichen Begrenzungsflächen der Schienen mit den Seitenflächen der Schwelle zusammenfallen und ein vollständiger Anschlufs der Pflastersteine an den Oberbau erreicht ist. Die Befestigung der Schienen an die Schwellen erfolgt durch Klammern, welche seitlich eingeschlagen werden.

Die im Jahre 1878 in Camden-Road, London, mit der Schiene von Larsen ausgeführte Strafsenbahn bestand aus Holzschwellen von 100 **mm** Breite und einschl. der Schienen von 180 **mm** Höhe; dieselben lagen auf einem Betonbett von 22,5 **cm** Dicke und waren an den Stöfsen und in der Mitte durch Eisenplatten mit Ansätzen unterstützt.

[15]) Nach Dietrich, Die Entwickelung des Strafsenbahngleises infolge Einführung des elektrischen Betriebes. Berlin 1906.

Die Schienen bestanden aus einer Platte von 30 mm Stärke, die Spurkranzrille 30 mm weit, die senkrechten Flügel der Schiene 40 mm lang. Als Querverbindung der Langschwellen dienten Flacheisen von 50/8 mm, die in Abständen von 3 m angebracht waren.

Eine ähnliche Anordnung zeigt die im Jahre 1879 in Berlin eingeführte Schiene von Fischer-Dick, die in Abb. 17, Taf. XIV dargestellt ist. Die Schienen sind vollständig symmetrisch gebildet und haben eine Breite von 135 mm, wovon 51 mm auf die Lauffläche, 33 mm auf die Spurkranzrille kommen, das Gewicht beträgt 30 kg f. d. lfd. m.

Diese und ähnliche Anordnungen einfacher oder verstärkter Flachschienen auf hölzernen Langschwellen haben den schon oben namhaft gemachten Nachteil, dafs das im Untergrund eingeschlossene Holz rasch dem Verfaulen unterworfen ist. Das Auswechseln einer Schwelle bringt auch den Nachteil mit sich, dafs mit Rücksicht auf das Versetzen der Stöfse, von Langschwelle und Schiene, je zwei Schienen herausgenommen werden müssen. Noch schwieriger gestaltet sich das Herausnehmen der tiefliegenden Querschwellen, wo solche die Querverbindung bilden. Es gingen deshalb die Bestrebungen dahin, das Holz möglichst von der Verwendung auszuschliefsen. Dies suchte man zunächst dadurch zu erreichen, dafs man statt der durchgehenden Langschwellen vereinzelte Stützen in Stuhlkonstruktion verwendete. Es entstanden so:

2. Flachschienen auf Einzelstützen. Einige derartige Konstruktionen sind in den Abb. 20 bis 26, Taf. XIV dargestellt. Die Flachschienen entsprachen im allgemeinen den sonst üblichen, nur vereinzelt wurden besondere Formen, wie z. B. die zweiteilige Stuhlschiene von Aldred & Spielmann (Abb. 25, Taf. XIV) verwendet, eine Ausführungsform, welche vermöge der Umlegbarkeit der Schienen eine längere Lebensdauer ermöglichen sollte, was indessen im Betriebe ebenso wenig gelang, wie bei den im Eisenbahnbau früher verwendeten Doppelkopfschienen, da wegen der bleibenden Durchbiegung der Schienen und wegen des „Einfressens" an den Stützpunkten die Fufsfläche nicht mehr als Kopffläche benutzt werden konnte.

Die Stühle bestanden dabei aus gufseisernen Tragböcken oder Klötzen (z. B. bei den Anordnungen von Cockburn-Muir, s. Abb. 21, Taf. XIV und Niemann-Geiger, s. Abb. 24, Taf. XIV), auch wurden Versuche mit Stühlen aus Walzeisen (Bauart Rimbach, s. Abb. 23, Taf. XIV) vorgenommen.

Da indessen die Tragfähigkeit der Flachschienen, ihrer geringen Höhe wegen, sich als unzureichend erwies, konnten sich Flachschienen auf Einzelstützen nicht auf die Dauer einführen.

Es wurde dann noch versucht, die Flachschienen auf Steinschwellen zu verlegen (z. B. auf Schwellen aus Kunststein, Bauart Schulz, s. Abb. 18, Taf. XIV) oder statt der Schwellen zusammengesetzte Träger, wie bei der Bauart Schmidt (s. Abb. 19, Taf. XIV) zu verwenden, aber auch diese Ausführungsart hat anscheinend wegen der hohen Kosten für die Anschaffung und Unterhaltung keine Verbreitung finden können.

Erst mit dem Ersatz der Flachschiene durch die Trägerschiene konnte der Strafsenbahnoberbau soweit vervollkommnet werden, um hinsichtlich der Tragfähigkeit den immer mehr zunehmenden Anforderungen zu genügen.

3. Einteilige Trägerschienen. Die einfachste Form der einteiligen Trägerschiene, die Vignoles-Schiene, ist auch für Strafsenbahnen vielfach zur Anwendung gelangt, besonders dort, wo man auf die Ausbildung einer besonderen Spurrille verzichtete, wie z. B. in Schotterstrafsen. Aber auch in Steinstrafsen hat man sich bisweilen damit begnügt, einen einfachen Kopfschienen-Oberbau, z. B. mit hochstegigen Vignoles-Schienen nach der Bauart Hartwich (s. Abb. 29, Taf. XIV) zu verwenden,

indem man die für den Radspurkranz benötigte Spurrille durch Abarbeiten der Anschlufssteine oder auch durch besondere Zwischenlagen zu erhalten suchte.

a. Die Hartwichschiene, welche sich vermöge ihrer grofsen Höhe zur Verwendung in gepflasterter Strafse an und für sich gut eignet, ist zuerst in Stuttgart im Jahre 1868 zur Verwendung gekommen. Die Schiene hatte ein Gewicht von 36 kg, eine Höhe von 185, eine Fufsbreite von 90 mm, als Querverbindungen dienten Flacheisen von 43/5 mm, von denen 8 Stück auf einer Länge von 6 m angebracht waren. Die Spurkranzrille wurde durch Aushauen der Pflastersteine erreicht, die richtige Entfernung von der Schiene erhielten die Pflastersteine durch Backsteine, welche an den Schienensteg sich anlehnten. Man hat mit diesen Schienen insofern schlechte Erfahrungen gemacht, als die Spurkranzrille durch rasche ungleichförmige Abnutzung der die Rille begrenzenden Pflastersteine eine sehr unregelmäfsige Form und eine grofse Breite erhielt, so dafs die Räder der Fuhrwerke häufig hängen blieben.

Dafs solche einfachen Hartwichschienen für gepflasterte Strafsen nicht passen, erscheint einleuchtend, es fragt sich nur, ob für chaussierte Strafsen diese Schienenform sich insofern nicht besser eignet, als hier die Ausbildung der Spurkranzrille den Rädern überlassen werden kann.

Hierfür sind besonders die Bestrebungen der Rheinischen Stahlwerke in Meiderich b. Ruhrort zu erwähnen, welche sich der Ausbildung dieses Oberbaues insbesondere für Kleinbahnen[16]) zugewendet haben. Die Entwürfe bezogen sich unter Zugrundelegung verschiedener Radbelastungen auf Spurweiten von 1,0 m, 0,75 m und 0,60 m.

Abb. 46 bis 48. *Oberbau der Feldabahn.*

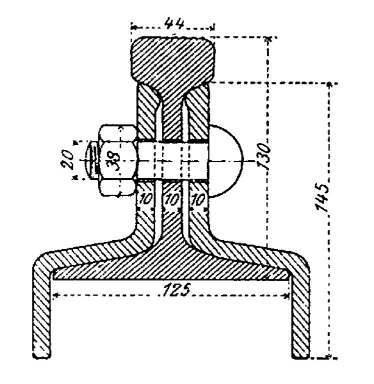


Abb. 46. *Verlaschung.* M. 1 : 5.

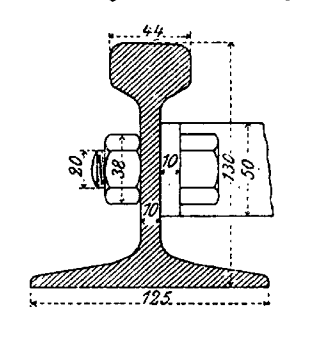
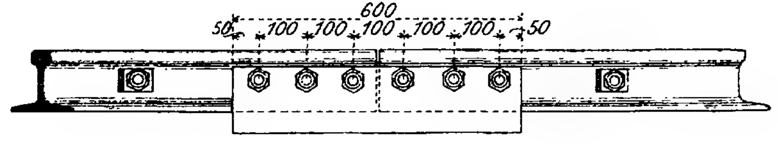


Abb. 47. *Querverbindung.*

Abb. 48. *Seitenansicht der Verlaschung.* M. 1 : 20.



So wurde im Jahre 1878 auf Betreiben des für die Einführung der Schmalspur für Strafsenbahnen und Kleinbahnen sehr verdienten Baurats Hostmann, des Erbauers der Feldabahn, der Oberbau dieser im Grofsherzogtum Sachsen-Weimar ausgeführten Bahn mit 1 m Spurweite aus 21,5 kg schweren Hartwichschienen von den Rheinischen Stahlwerken hergestellt; die hier verwendete Schienen- und Laschenform und die Querverbindung sind in Abb. 46 bis 48 dargestellt. Die Schienen wurden in 12 m Länge verwendet und mit acht Querverbindungen versehen, von denen die am Stofs einen Abstand von 1,0 m, sonst von 1,57 m hatten. Durch die verhältnismäfsig starke Schiene wird eine feste Gleislage erzielt, und der Umfang der Unterstopfungsarbeiten wesentlich eingeschränkt. Als Voraussetzung dieses Oberbaues müssen allerdings ein fester Strafsenkörper, hartes wetterbeständiges Material und ausreichende Entwässerung des Bahnkörpers angenommen werden.

Für diese Schienenform (bei beschränkter Steghöhe) hat der Bochumer Verein eine nachstellbare Stofsverbindung mittels Laschen vorgeschlagen, die unter den

[16]) Vergl. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1895, S. 449.

Schienenstofs hinuntergekröpft sind und mittels zweier Schraubenbolzen eine keilförmige Stützplatte von 15 cm Länge von unten gegen den Schienenfufs pressen.[17])

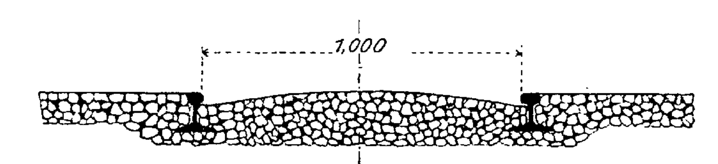
In dieser Beziehung ist auch noch die von Reimherr vorgeschlagene und bei den Kreis Altonaer Schmalspurbahnen eingeführte Stofsfanglasche aus Flacheisen, die am Schienenstrang aufsen neben die Winkellasche geschraubt wurde, zu erwähnen.[18])

Die im obigen beschriebene Verwendung der einfachen Hartwichschienen für den Strafsenbahnoberbau dürfte eher Bezug auf Kleinbahnen haben, als auf eigentliche Strafsenbahnen. Es mufste aber hier auf Besprechung derselben eingegangen werden, weil bei vielen Kleinbahnen Strecken vorkommen, welche auf die Fahrbahn von Landstrafsen und auf Ortsstrafsen zu verlegen sind, und die Frage nicht zu umgehen ist, ob für solche Strecken der Oberbau der Kleinbahn beibehalten werden kann.

Diese Frage wird nun wohl aus theoretischen Rücksichten, nach den in neuerer Zeit gemachten Erfahrungen dahin zu beantworten sein, dafs, von wenig befahrenen Landstrafsen abgesehen, welche einen sehr geringen Verkehr aufweisen, bei einer Kleinbahn, sobald sie kein eigenes Planum mehr besitzt, die Hartwichschiene verlassen und zur Verwendung von eigentlichen Rillenschienen übergegangen werden mufs, weil die einfach im Schotterbett eingedrückte Spurkranzrille im Strafsenkörper schwer zu erhalten und die Betriebssicherheit sowohl für die Bahn, als für den Strafsenverkehr nicht gewährleistet ist.

Die von den Städten in die umliegenden Vororte sich ausdehnenden Strafsenbahnen haben daher in neuerer Zeit fast durchweg Rillenschienen. Das Auskunftsmittel, die Spurrille dadurch zu umgehen, dafs der Raum zwischen den Schienen vertieft gehalten wird, in der Art, dafs man der Oberfläche eine solche Wölbung gibt, dafs neben den Schienen die Spurkränze frei durchgehen (s. Abb. 49), hat den Nachteil, dafs das Landfuhrwerk Mühe hat, aus dem Bahngleis herauszufahren, man wird deshalb diese Anordnung nicht empfehlen können.

Abb. 49. *Fortlassen d. Spurrille bei Hartwichschienen.*
M. 1 : 30.



Eine geschlossene Spurrille läfst sich indessen auch bei den Hartwichschienen durch eine Winkelschiene erreichen, die seitlich an den Steg der Schiene angenietet ist, ein Auskunftsmittel, das in Stuttgart versucht wurde, nachdem die durch die Pflastersteine gebildeten Rillen sich als unhaltbar erwiesen hatten.

b. Hartwichschiene mit angeschraubter Rillenschiene. In München wurde die Anordnung dadurch verbessert, dafs in der Mitte der Schienenhöhe eine Rippe eingewalzt wurde, welche dieser Winkelschiene zur Unterstützung dient (s. Abb. 46, Taf. XIV). Die Schienen waren 201 mm hoch mit 95 mm Fufsbreite und wogen 37 kg f. d. lfd. m, die Stofsverbindung erfolgte durch hohe, 400 mm lange Aufsenlaschen, die sich gegen Kopf und Fufs der Schienen stützten und für die Rippe des Schienenstegs entsprechend gekröpft waren. Die Innenlaschen, welche sich zwischen Rippe und Schienenfufs einspannen, waren entsprechend niedrig gehalten. Der Stofs der angenieteten Winkelleiste wurde gegen den Schienenstofs etwas versetzt, an Stelle der sonst zur Befestigung der Winkelleiste dienenden Nieten wurden Schraubenbolzen verwendet. Die Querverbindungen bestanden aus hochkantig gestellten Flacheisen, die

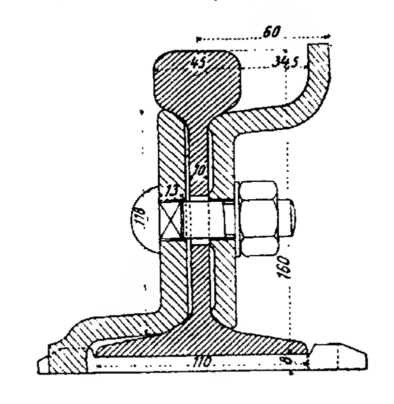
[17]) Zeitschr. f. Kleinbahnen 1896, S. 316.
[18]) Zeitschr. f. Kleinbahnen 1896, S. 437.

zwischen Schienenstofs und Stegrippe eingezogen wurden. Das Gewicht des ganzen Oberbaues betrug 77,5 **kg** f. d. lfd. **m** Gleis. Das zwischen und neben der Schiene befindliche, aus vollständigen Würfeln von 18 **cm** Seite bestehende Pflaster, sowie der kiesige Untergrund ergaben eine gute Lagerung der Schienen, obgleich die Lagerfläche der Schienen nicht besonders grofs war.

Auch die Aachener Kleinbahn hat im Strafsenpflaster 170 **mm** hohe Hartwichschienen mit angenieteten Leitschienen seinerzeit verwendet; die Fufsbreite betrug dabei 120 **mm**, das Gewicht 78 **kg** f. d. lfd. **m** Gleis. Für die Dauer des Oberbaues war bei diesem System von Wert, dafs die Leitschienen leicht ausgewechselt werden konnten.

Ebenso wurden bei den belgischen Kleinbahnen in besser gepflasterten Strafsen 160 **mm** hohe Vignoles-Schienen von 9 **m** Länge mit angenieteter Gegenschiene (s. Abb. 50) auf Querschwellen von Eichenholz, die mit Kreosot getränkt sind, verwendet. Die Schienen wurden mit Unterlagsplatten auf den Schwellen befestigt. Bei der gewählten Höhe der Schienen stöfst die Aufbringung des Pflasters nicht auf Schwierigkeiten.

Abb. 50.
Oberbau der belgischen Kleinbahnen. M. 1 : 5.



Bei Strafsen mit gewöhnlichem Pflaster wird die Spurrille dadurch gebildet, dafs zwischen Schiene und Pflaster eine Holzleiste befestigt wird. Die Vignoles-Schiene wiegt bei 110 **mm** Fufsbreite 30 **kg**, und auf die Schienenlänge von 9 **m** sind 8 Querschwellen angeordnet, deren Abstand am Stofs 0,55 **m**, dann 1,10 **m** und in der Mitte 1,25 **m** beträgt.

Eine wesentlich abweichende Form der einteiligen Trägerschienen stellt die Hohlschienen-Anordnung von Scott (s. Abb. 36, Taf. XIV) und Demerbe (s. Abb. 35, Taf. XIV) dar, welche aus der typischen Sattelschiene entwickelt, unter entsprechender Verlängerung der Seitenrippen zu einer selbständig tragfähigen Schienenkonstruktion ausgebildet wurde und einen leidlich guten Anschlufs an das Pflaster gewährleistet.

c. Die Hohlschiene Scott-Demerbe wurde von Scott in Edinburg und von Demerbe in veränderter Form in Rotterdam und Strafsburg verwendet und war noch Mitte der 90er Jahre in Brüssel, Aachen, Frankfurt a. M., Köln und Budapest im Betrieb. Die Schienen von 35 bis 40 **kg** Gewicht bestanden erst aus Schweifseisen, wurden aber bald aus Bessemer-Stahl ausgeführt, da bei den eisernen Schienen sich leicht die Fahrfläche ablöste.

Die Verbindung der beiden Schienenstränge erfolgte durch Flacheisen von 120/6 **mm**, welche die Flügel der Schienen umgreifen, am Stofse waren Laschen von 0,80 **m** Länge angebracht.

Derartige Hohlschienen waren zwar für leichteren Strafsenbahnbetrieb im allgemeinen brauchbar, konnten indessen für Bahnen mit Maschinenbetrieb sich nicht bewähren, da wegen der Hohlform eine ordnungsmäfsige Unterstopfung der Schienen nicht möglich war und eine gute Druckübertragung der Radlasten auf die Bettung nicht erzielt werden konnte.

Ein erheblicher Fortschritt in der Entwickelung der Trägerschienen zeigt sich dagegen in der in Amerika (Bauart Beer), aber auch nach ähnlichen Grundsätzen in Europa (Bauart Dufrane und Féral) eingeführten Stufen- oder Nasenschiene.

d. Die Stufenschienen (s. Abb. 31, Taf. XIV) haben in Amerika eine sehr ausgedehnte Anwendung gefunden; sie bestehen aus 180 bis 230 **mm** hohen breitbasigen

Schienen im Gewicht von 30 bis 50 kg f. d. lfd. m, an den Kopf ist ein seitlicher Lappen angewalzt, welcher um die Spurkranzhöhe tiefer liegt, als die Fahrfläche, eine eigentliche Spurkranzrille ist nicht vorhanden, sondern das Strafsenpflaster liegt zwischen den Schienen um die Spurkranzhöhe tiefer, als aufserhalb derselben. Die Schienen liegen vielfach auf hölzernen Querschwellen von 1 m Abstand. Diese Anordnung zeigt genügende Tragfähigkeit. Bei Verwendung von Schienen von genügender Höhe (rund 160 mm) läfst sich der Pflasteranschlufs leicht bewerkstelligen, auch bieten die Querschwellen kein Hindernis für die Strafsenpflasterung; bei Verwendung niedriger Schienen ist die Pflasterung erschwert, wenn man nicht zu dem in Amerika häufig angewendeten Mittel greift, die Schienen auf Einzelstützen (Stühlen) zu verlegen, so dafs die Querschwellen in genügender Tiefe unter der Strafsenoberfläche liegen. Die Schwellen geben auch ein derartig breites Auflager für den Oberbau ab, dafs zu starke Belastungen der Unterbettung vermieden werden. Diesen Vorteilen stehen aber schwerwiegende Nachteile gegenüber: Bei nicht sehr festem Untergrund sind Setzungen unvermeidlich, eine Hebung des Gleises erfordert eine vollständige Entfernung und Wiederherstellung des Pflasters. Die Überschreitung der Gleise ist für Lastwagen mit Schwierigkeit verbunden, trotzdem sieht man in Amerika häufig die Fuhrwerke auf den tiefer liegenden Flanschen der Schienen dahinrollen und erst bei Annäherung der Trambahnwagen das Gleis verlassen. Es ist dies dadurch möglich, dafs beiderlei Wagen dieselbe Spurweite haben, der Fuhrmann folgt lieber der glatten Schiene, als dafs er die meist sehr uneben liegende Pflasterbahn der Strafse benutzt; für die Strafsenbahn ist dies allerdings weniger angenehm, da die Schienen hierdurch gelockert werden, und der Betrieb sehr beeinträchtigt wird.

Als Beispiel möge eine im Jahre 1896 in New-Orleans[19]) ausgeführte elektrisch betriebene Strafsenbahn beschrieben werden. Dieselbe bestand aus Breitfufsschienen mit trägerförmigem Querschnitt von 152 mm Höhe und 37 kg Gewicht f. d. lfd. m, die Schienen lagen auf hölzernen Querschwellen aus Zypressenholz von 15,2 cm Stärke, 22,9 cm Breite, 2,29 m Länge in Abständen von 0,762 m von Mitte zu Mitte. Die Querschwellen lagen in einem Schotterbett von 10 cm Stärke, unter der Bettung war ein dichter Belag aus 2,5 cm starken, 3,66 m langen Brettern von Zypressenholz angeordnet, der bei den sumpfigen Bodenverhältnissen in New-Orleans eine bessere Verteilung des Drucks auf den Untergrund herbeiführen sollte. Die Strafsenbahngleise lagen hier in der Tulane- und in der Claiborne-Avenue auf einem dem allgemeinen Fuhrwerksverkehr entzogenen mittleren, etwas erhöht angelegten, nicht gepflasterten Teil der Strafse, in welchem deshalb auch eine höhere Fahrgeschwindigkeit zugelassen werden konnte. Die bisher noch vorhanden gewesene gröfsere Spurweite von 1,588 m wurde bei Einführung des elektrischen Betriebs in die normale umgebaut.

Es mag hier noch erwähnt werden, dafs man auch bei Verwendung der Flachschienen auf Langschwellen schon Stufenschienen benutzt hat (s. Abb. 4 u. 5, Taf. XIV), bei welchen die Fahrfläche um die Höhe des Spurkranzes über die Strafsenoberfläche hervorragt. Die Schwierigkeit des Überfahrens der Gleise durch das gewöhnliche Strafsenfuhrwerk hat aber dazu geführt, die Anwendung dieser Schienenformen aufzugeben.

Von den in Europa versuchsweise ausgeführten Stufenschienen-Systemen verdient die Ausführungsweise von Dufrane erwähnt zu werden.

Die Schiene von Dufrane (s. Abb. 30, Taf. XIV) bestand aus einer 150 mm hohen breitbasigen Schiene, an deren Kopf ein horizontaler Flansch ausgewalzt ist, welcher den unteren Teil der Spurrille bildete. Der gegenüberliegende Rand der Rille mufste durch den Pflasterstein gebildet werden. Die Schiene hatte nur 60 mm Fufsbreite und wurde auf tannenen Querschwellen von 2,0 m Länge und halbrundem Quer-

[19]) Street Railway Journal 1897, S. 265.

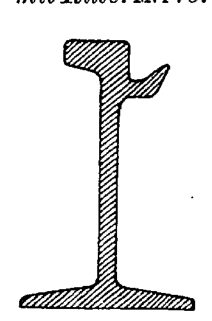
schnitt verlegt, von denen sechs Stück zur Unterstützung einer Schiene von etwa 5,5 **m** Länge dienten. Das Gewicht der Schiene betrug 23 **kg** f. d. lfd. **m**. Die Befestigung der Schienen auf die Querschwellen geschah durch Winkelplättchen, durch den horizontalen Ansatz wurden gewöhnliche Hakennägel eingeschlagen.

Die Ausbildung der Rille mufs als mangelhaft bezeichnet werden, da die Pflastersteinkanten sich rasch und ungleich abnutzen, auch die Schienenhöhe ist als ungenügend zu bezeichnen, da die Pflastersteine auf den Schwellen aufsitzen und nicht unveränderte Lage behalten können. Die Schiene von Dufrane ist seinerzeit in Antwerpen und Düsseldorf angewendet worden. In Antwerpen genügte sie einigermafsen, da dort das Pflaster aus rauhen, nur roh bearbeiteten, nicht hohen Pflastersteinen bestand. Die Tragfähigkeit des Systems war genügend grofs, auf das lfd. **m** Gleis kommt eine Unterstützungsfläche der Querschwellen von etwa 0,4 **qm** f. d. lfd. **m**.

Während in Europa derartige Stufenschienen nicht zur dauernden Einführung gelangten, sind dieselben in Amerika, wie erwähnt, noch heute vielfach in Gebrauch und zwar der ungünstigen Strafsenbauverhältnisse wegen entweder mit Querschwellen-Unterstützung, oder auf Einzelstützen (Stühlen) verlegt, schliefslich aber auch ohne besondere Unterlage als hohe Trägerschienen bis zu etwa 230 **mm** Höhe.

Bisweilen sind daselbst die Stufenschienen auch mit etwas nach oben gebogener Stufe ausgebildet, wie z. B. die in Abb. 51 dargestellte Johnson-Schiene (Boston) zeigt. Diese Form bildet eine Übergangsstufe zu den eigentlichen Rillenschienen (s. unten).

Abb. 51. *Johnson-Trägerschiene mit Rille.* M. 1 : 5.



Zusammenfassend ist bezüglich der bisher besprochenen Formen der einfachsten Trägerschienen (Vignoles-Schienen und Stufenschienen) zu bemerken, dafs ihre Verwendung in gepflasterten Strafsen im allgemeinen als unstatthaft zu bezeichnen ist, während sie in chaussierten Strafsen als Notbehelf dienen können, wenn etwa eine Kleinbahn auf kurze Strecken Landstrafsen oder Dorfstrafsen berührt und eine Änderung der auf der Kleinbahn angewendeten Schienenanordnung vermieden werden soll. Vorausgesetzt wird aber immer werden müssen, dafs der Fuhrwerkverkehr auf den betreffenden Strafsen gering ist, und nur ab und zu der Bahnkörper vom Strafsenverkehr in Anspruch genommen werden mufs. Wo dies nicht zutrifft, sind Rillenschienen zu verwenden.

Im übrigen mag darauf hingewiesen werden, dafs die geringe Fufsbreite, wie sie die früheren Schienen mit 90 bis 95 **mm** Breite aufwiesen, für die schweren elektrischen Motorwagen nicht mehr genügt; die Unterstützungsfläche von 0,18 bis 0,19 **qm** f. d. lfd. **m** Gleis steht zu sehr im Mifsverhältnis mit den 0,5 bis 0,6 **qm** des gewöhnlichen Querschwellenoberbaues. Unter eine Fufsbreite von 150 **mm** sollte bei Strafsenbahnschienen, welche unmittelbar auf dem Schotter liegen, nicht gegangen werden.

e. Die Rillenschienen, welche die vollkommenste und zweckmäfsigste Form der einteiligen Trägerschiene darstellen, sind als natürliche Weiterentwickelung der Stufenschienen anzusehen. Der Grund für die späte Einführung dieser Schienenform liegt darin, dafs die Herstellung im Walzwerk Schwierigkeiten bot. Wurden noch im Jahre 1878 in Edinburg (George-Street) Rillenschienen von 200 **mm** Höhe mit einer Fufsbreite von 175 **mm** und einer Kopfbreite von 73 **mm** versuchsweise verwendet, bei welchen die Rille aus dem Kopfe ausgehobelt war, so wurde dieses überaus kostspielige Verfahren dadurch entbehrlich, dafs es in der Folgezeit gelang, durch besondere Einrichtungen im Universalwalzwerke (mit 3 Walzen) die Rille unmittelbar aus den

Schienen auszuwalzen.[20]) Um diese Ausbildung des Walzverfahrens hat sich besonders das Walzwerk „Phönix" in Duisburg-Ruhrort verdient gemacht[21]), weshalb für diese Schienenform der Namen Phönixschiene eingeführt worden ist.

Die hochstegige Rillenschiene wurde in Deutschland zuerst von der englischen Firma Winby und Lewick Ende der 70er Jahre bei der Chemnitzer Strafsenbahn eingeführt; diese Rillenschienen hatten 132 mm Höhe, 67 mm Kopf- und 92 mm Fufsbreite. Um den Druck auf eine gröfsere Fläche zu verteilen, wurden 300 mm breite Platten unter den Schienen angeordnet, auf welchen diese mit Splintbolzen, die durch den Schienenfufs gingen, befestigt waren. Man hat später diese Platten weggelassen, indem man die Fufsbreite der Schienen vergröfserte.

Die anfangs verwendeten Profile behielten die abgerundete Kopfform der gewöhnlichen Vignoles-Schienen bei, später hat man aber diese runde Form aufgegeben und ist statt dessen auf eine verbreiterte Kopfform übergegangen, welche eine verbreiterte Fahrfläche und eine verstärkte innere Begrenzung der Spurrille zuläfst (s. Abb. 42, Taf. XIV). Das letztgenannte Profil hat bei einer Höhe von 155 mm eine Fufsbreite von 120 und Kopfbreite von 115 mm. Dieses Profil, welches längere Zeit in Gebrauch war, u. a. auch bei elektrischem Betrieb, mufs als sehr ungünstig in seinen Abmessungen angesehen werden; zwar ermöglicht diese Schienenform einen guten Pflasteranschlufs, da die Anschlufssteine ohne Verhau dicht an den Schienen versetzt werden können, andererseits aber weist die Kopfform erhebliche Mängel auf, welche besonders bei schwerem Betriebe grofse Nachteile zeigten. Unzweckmäfsig ist zunächst aus statischen Gründen die seitliche Verschiebung der Lauffläche; statt den Fahrkopf möglichst direkt vom Steg unterstützen zu lassen, um die Radlast ohne Auftreten eines Kippmomentes durch den Steg auf den Schienenfufs zu übertragen und so einen möglichst gleichmäfsigen Bettungsdruck zu erzielen, hat hier der Fahrkopf eine seitliche Lage, was einen grofsen und ungleichmäfsigen Bettungsdruck und daher eine schnelle Lockerung der Schienen im Pflaster zur Folge hatte, zumal auch durch das erwähnte Kippmoment eine Lockerung der Querverbindungen und damit Erweiterungen der Spur entstanden. Ferner ist die Unterschneidung des Fahrkopfes an der Aufsenkante unzweckmäfsig und eine unbegründete Materialersparnis, weil der Fahrkopf zu schnell abgefahren war. Auch die Tiefe der Spurrille von 28 mm konnte in Anbetracht der im Betriebe vorkommenden Spurkranzhöhe bis zu 25 mm nicht genügen, da die Räder mit ihren Spurkränzen bald in den Rillen aufliefen.

Besonderer Wert ist, wie gesagt, bei Verwendung schwerer Motorwagen auf eine solche Gestaltung des Schienenquerschnittes zu legen, dafs die Belastung möglichst zentrisch auf den Schienensteg übertragen wird. In dieser Beziehung sind die in der Folgezeit entstandenen verbesserten Ausbildungsformen der Phönix-Rillenschiene, wie sie bei der grofsen Berliner Strafsenbahn-Gesellschaft 1896 (s. Abb. 44, Taf. XIV) und der Hamburger Strafsenbahn (s. Abb. 43, Taf. XIV) eingeführt worden sind, wesentlich günstiger gestaltet.

Die wichtige Frage, welche Abmessungen die Schienen bei gegebenem Wagengewicht erhalten sollen, läfst sich rechnerisch nicht ausreichend beantworten, die Beschaffenheit des Untergrundes und die Bettung spielt hierbei eine wichtige Rolle, und ist man deshalb einzig und allein auf die Erfahrung angewiesen.

Man wird aber nicht fehlgehen, wenn man für die jetzige Achsbelastung der Motorwagen von 4 bis 5 t eine Schienenhöhe und Fufsbreite von 150 bis 180 mm und ein Gewicht von 40 bis 60 kg als notwendig bezeichnet.

---

[20]) Eine Abbildung der Walzeinrichtung für Rillenschienen s. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1881, S. 31.

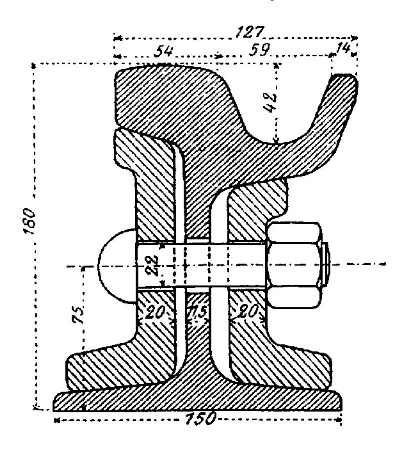
[21]) Das Patent für Auswalzung der Rillenschienen wurde im Jahre 1879 erworben.

Die **Rillentiefe** sollte nicht unter 30 mm betragen, es empfiehlt sich keinenfalls, flachere Rillen anzuwenden, weil diese sich schnell mit Schmutz anfüllen und ein Auflaufen der Spurkränze auf den Rillenboden, sowie hierdurch vermehrte Reibung eintreten könnte. Besser ist, mit Rücksicht auf die Lebensdauer der Schienen, eine Rillentiefe von 40 mm anzuwenden, was bei dem heutigen Stande der Walztechnik keine Schwierigkeiten bietet.[22])

Die **Rillenbreite** beträgt bei den meisten Phönixschienen 30 mm, für scharfe Kurven ist dieses Mafs aber zu gering und dürfte eine Verbreiterung um etwa 3 mm angezeigt sein, wie sie auch bei den neueren deutschen Normalprofilen, wie aus untenstehender Tabelle IV ersichtlich, zur Einführung gelangt ist.

Für besondere Verhältnisse, z. B. bei Hafenbahnen, wo auch Eisenbahnfahrzeuge mit breiten Radflanschen befördert werden müssen, sind auch Phönixschienen mit breiterer Rille gewalzt worden (s. Abb. 52).

Abb. 52.
Neue Phönix-Rillenschiene für die Kölner Hafenanlage. M. 1 : 5.



Da die Anschauungen bei den Strafsenbahn-Verwaltungen bezüglich der für ihre besonderen Betriebsverhältnisse geeigneten Schienenprofile aufserordentlich verschieden waren, und da auch von den Walzwerken selbst bei den Abmessungen ihrer Rillenschienen nicht immer ausreichende Rücksicht auf die im Strafsenbahnbetriebe erzielten Erfahrungen genommen wurde, hatten sich im Laufe der letzten Jahrzehnte überaus zahlreiche Profilformen herausgebildet, wie ein Blick in die Musterbücher der einzelnen Walzwerke zeigt. Für alle diese Schienenprofile und zugehörigen Laschen mufsten die Walzen vorrätig gehalten werden, was natürlich für die Walzwerke grofse Kosten verursachte.

Unter solchen Umständen mufs es als ein erheblicher Fortschritt angesehen werden, dafs neuerdings die Aufstellung von **Normalien für Rillenschienen** auf Betreiben des Ausschusses B. des Vereins deutscher Strafsenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen von dem genannten Verein gelegentlich seiner Hauptversammlung in Hamburg im September 1909 beschlossen worden ist.[23])

Tabelle IV. **Normalprofile für einteilige Rillenschienen.**

Normalprofil	Gewicht kg/m	Querschnitt mm²	Widerstandsmoment cm³	Höhe h_1 mm	Fufsbreite b mm	Gesamte Kopfbreite d mm	Breite c des Fahrkopfes mm	Höhe k des Fahrkopfes mm	Rillenweite w mm	Rillentiefe t mm	Flanschbreite f mm	Stegstärke s mm	Höhe h_3 der Lochung mm
1	42,8	5490	208,2	150	140	92	47	27	31	35	14	11	61
1*a*	45,7	5860	214,8	150	140	102	47	27	34	35	21	11	61
2	49,2	6310	250,6	160	150	97	51	29	31	40	15	12	63
2*a*	52,4	6730	258,8	160	150	109	51	29	34	40	24	12	63
3	56,0	7180	299,0	160	180	103	56	33	31	40	16	12	64
3*a*	59,8	7670	307,2	160	180	116	56	33	34	40	26	12	64
4	57,8	7410	342,5	180	180	103	56	33	31	40	16	12	73
4*a*	61,5	7820	356,0	180	180	116	56	33	34	40	26	12	73

[22]) Zu vergleichen Baurat Fischer-Dick über die Verbesserungen des Bahnoberbaues beim Übergang von Pferdebetrieb auf Motorbetrieb. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1896, S. 608.

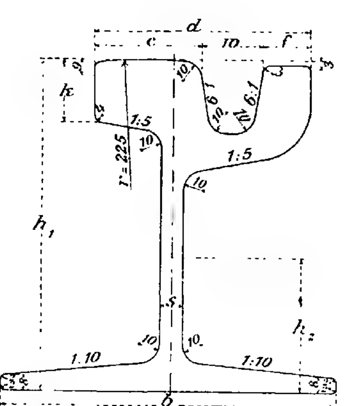
[23]) Deutsche Strafsen- und Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 961.

Es sind danach 4 verschiedene Normalprofile für einteilige Rillenschienen in Deutschland zur Einführung gelangt und zu jedem derselben ein besonderes Kurvenprofil mit erweiterter Spurrille und verstärktem Rillenflansch (Zwangschiene) ausgebildet worden. Die 4 Normalprofile unterscheiden sich nach den in Tabelle IV angegebenen Abmessungen.

Von diesen in den Abb. 53 u. 54 schematisch dargestellten Normalprofilen ist das Profil Nr. 1 für leichten Verkehr, Nr. 2 für mittleren Verkehr und Nr. 3 u. 4 für schweren Verkehr vorgesehen. Demgemäfs ist bei dem Profil Nr. 1 eine Rillentiefe von 35 **mm** in Anbetracht der nicht erheblichen Kopfabnutzung als ausreichend erachtet worden, auch scheint die Höhe von 150 **mm** und die Fufsbreite von 140 **mm** des geringeren Raddruckes wegen hinreichend. Bei Profil Nr. 2 ist dagegen die Rillentiefe bereits auf 40 **mm**, die Höhe auf 160 **mm** und die Fufsbreite auf 150 **mm** vergröfsert, während bei den Profilen Nr. 3 u. 4 bei gleicher Rillentiefe von 40 **mm** die Höhe auf 160 bezw. 180 **mm** und die Fufsbreite gemeinsam auf 180 **mm** bemessen ist. Für Kurvenschienen sind die zugehörigen Normalprofile Nr. 1*a* bis 4*a* eingeführt worden, welche eine um 3 **mm** erweiterte Spurrille und eine um 7 bis 10 **mm** verstärkte Zwangsrippe aufweisen.

Abb. 53 u. 54. *Normalprofile einteiliger Rillenschienen.*

Abb. 53. *Gerades Gleis.* Abb. 54. *Kurvengleis.*



Die Normalprofile haben so für die verschiedenen Betriebsverhältnisse angemessene Abmessungen und Widerstandsmomente erhalten und wenn auch manche Strafsenbahnverwaltungen diese 4 Profile als nicht ausreichend ansehen, vielmehr für leichten Verkehr noch leichtere und für sehr schweren Verkehr noch schwerere und höhere Profile wünschen, so ist dieses Bestreben doch unseres Erachtens nicht zu billigen, da einerseits leichtere Profile als Nr. 1 für den elektrischen Strafsenbahnbetrieb mit mindestens 2 **t** Raddruck nicht empfehlenswert sind, während andererseits für schwerere Profile als Nr. 4 auch bei dem gröfstmöglichen Raddruck von 3,5 bis 4 **t** ein Bedürfnis nicht anzuerkennen ist.

4. Die Stofsverbindungen der Rillenschienen. a. Ältere Anordnungen. Bei den früheren Flach- und Sattelschienen wurden die Stofsverbindungen der auf Holzlangschwellen aufgelegten Schienen durch Unterzuglaschen hergestellt, welche an der Stofsstelle zwischen die Schienenenden und die Holzlangschwelle geschoben bezw. in letztere eingelassen wurden. Solche Stofsverbindung ist z. B. aus Abb. 55 der Bauart Fischer-Dick zu ersehen. Auch bei der Hohlschiene Bauart Demerbe ist die Stofsverbindung nach ähnlichen Grundsätzen als Unterzuglasche, welche der Schienenform angepafst ist (vergl. Abb. 56, S. 473), ausgeführt worden.

Als dann die Trägerschienen in Form von hochstegigen Vignoles-Schienen bezw. Rillenschienen zur Einführung gelangten, wurden die Stofsverbindungen nach Art der beim Eisenbahnbau üblichen Verlaschung mittels beiderseitigen Flachlaschen ausgeführt, wobei die Form derselben entsprechend der abweichenden Form der Rillenschienen allmählich insofern verändert wurde, als man sie, besonders an der Aufsenseite der Schiene, stärker und tragfähiger machte, indem man sie unter den Fahrkopf der Schiene unter-

Abb. 55. *Stofsverbindung des Flachschienen-Oberbaues, Bauart* Fischer-Dick. M. 1 : 5.

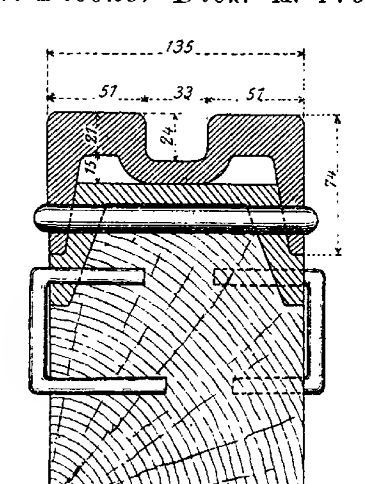
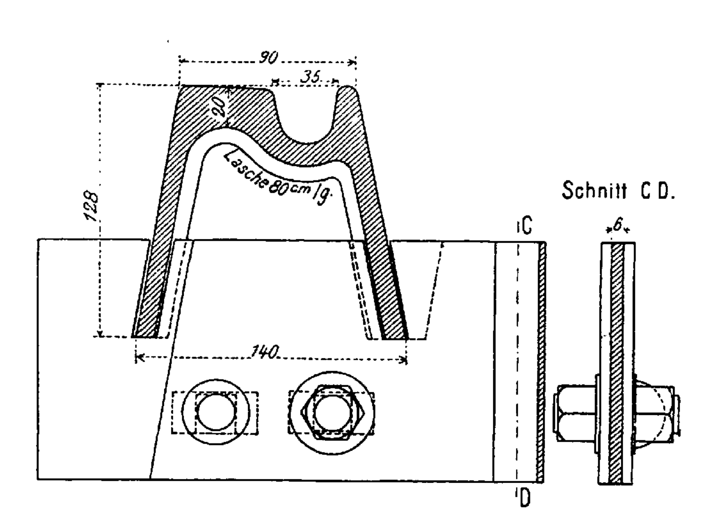


Abb. 56. *Stofsverbindung der Hohlschiene, Bauart* Demerbe. M. 1 : 5.



ragen liefs und ihnen ein breiteres Auflager auf dem Schienenfufs gab, so dafs die Radlast an der Stofsstelle der Schienen durch die unterstützende Aufsenlasche auf den Schienenfufs übertragen werden konnte (s. Abb. 57). Diese Ausgestaltung der Rillenschienenlaschen ergab sich als Notwendigkeit infolge der unsymmetrischen Form des Schienenkopfes, bei dem der eigentliche Fahrkopf seitlich gegen den Schienensteg verschoben war, so dafs an der Stofsstelle ein Abbiegen des Fahrkopfes unter der einseitigen Belastung zu befürchten war.

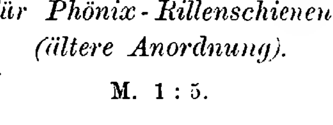
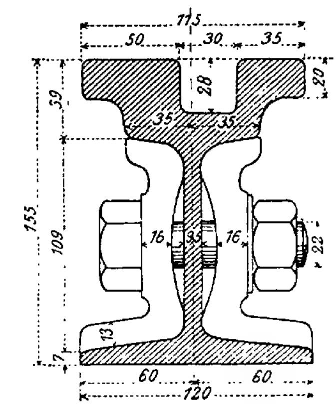


Abb. 57. *Stofsverbindung für Phönix-Rillenschienen (ältere Anordnung).* M. 1 : 5.



Die Stumpfstofslaschen wurden mit schrägen Anlageflächen am Schienenkopf und Schienenfufs versehen und mittels sechs Laschenbolzen in die Schienenkammern eingezogen. Diese Anordnung des einfachen Stumpfstofses hat sich für Strafsenbahngleise aus Rillenschienen und hochstegigen Vignolesschienen so lange als einwandfrei erwiesen, als nur leichter Betrieb bis zu 2 t Raddruck und schwacher Verkehr zu bewältigen war, wie er gewöhnlich bei den mit Pferden betriebenen Strafsenbahnen vorlag. Mit der Einführung des elektrischen Betriebes, welcher eine Vergröfserung des Raddruckes bis zu 3 und 4 t und meist auch eine gröfsere Verkehrshäufigkeit mit sich brachte, ergab sich die Notwendigkeit, der Schienenstofsfrage besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, da die üblichen Stumpfstofsverbindungen den erhöhten Beanspruchungen nicht genügten.

Dies scheint auf den ersten Blick überraschend, da derartige Stumpfstofsverbindungen im Eisenbahnbau noch bei wesentlich höherem Raddruck anstandslos Verwendung finden; berücksichtigt man indessen, dafs bei Strafsenbahnen wesentlich andere statische und dynamische Verhältnisse vorliegen als bei Eisenbahnen, so ist leicht ersichtlich, dafs hier für die Bauart der Stofsverbindungen andere Grundsätze mafsgebend sein müssen; denn während beim Eisenbahngleis, als einer Trägerkonstruktion auf mehreren nachgiebig gelagerten Stützen (Querschwellen-Oberbau), mit der Durchbiegung der Schienenenden am Stofs gerechnet werden mufs, während ferner wegen der Längenänderung des freiliegenden Eisenbahngestänges in den Stofsverbindungen Stofslücken vorzusehen sind, und daher Stofsverbindungen dort in Betracht kommen,

welche eine gewisse Beweglichkeit des Stofses ermöglichen[24]), liegen die Verhältnisse beim Strafsenbahngleis erheblich anders.

Hier werden die Schienen gewöhnlich nicht auf Einzelstützen, sondern fortlaufend gelagert, wobei mit Rücksicht auf die Einheitlichkeit der Pflasterdecke eine grofse Steifigkeit der Schienen (grofses Widerstandsmoment) und möglichste Unnachgiebigkeit der Bettung angestrebt, und zu dem Zweck der spezifische Bettungsdruck durch entsprechende Verbreiterung des Schienenfufses möglichst verringert wird. Es sind daher an den Schienenenden, am Stofs, Verbindungen erforderlich, welche so widerstandsfähig sind, dafs Durchbiegungen der Schienenenden vermieden werden. Daraus folgt, dafs für die Laschenverbindungen des Strafsenbahngleises weit stärkere und — weil ein Nachspannen wegen der Einpflasterung nicht angängig ist — nicht so sehr der Abnutzung unterliegende Stofsausbildungen anzuwenden sind.

Da nun aber die einfachen Stumpfstofslaschen bei schwererem Betrieb wegen der unvermeidlichen Abnutzung der Anlageflächen sich bald lockern, und ein Nachspannen der Laschenbolzen nicht erfolgen kann, war man genötigt, die Laschen so auszubilden, dafs für die Unterstützung der Schienen an den Stöfsen möglichst grofse Druckflächen angeordnet wurden, um so durch entsprechende Verminderung der spezifischen Druckbeanspruchung zwischen Schiene und Lasche die schädliche Abnutzung der Anlageflächen möglichst zu verringern.

b. Fufslaschen. Es entstanden aus diesem Bestreben heraus die eigenartigen Fufslaschen-Stofsverbindungen, von denen einige in den Abbildungen 58 bis 65 dargestellt sind.[25]) Die ursprüngliche, aus Abb. 58 ersichtliche Fufslaschen-Stofsverbindung rührt von der Aktien-Gesellschaft „Phönix" her; die Laschen, und zwar entweder die Innen- und Aufsenlasche, oder auch nur die letztere werden dabei mit einer Kröpfung des unteren Teiles ausgebildet, so dafs sie den Schienenfufs unterstützen. Gegen diese Laschenform ist nicht ohne Berechtigung der Einwand erhoben worden, dafs der beabsichtigte Zweck der Schienenunterstützung am Kopf und Fufs bei gleichzeitigem Aufliegen der Laschen auf dem Schienenfufs wegen der durch den Walzprozefs bedingten und als zulässig erachteten Ungenauigkeit der Abmessungen in der Praxis nicht zu erzielen möglich sei, da die Laschen beim Anspannen nur an zwei Stellen, nicht aber, wie hier notwendig, an drei Stellen anliegen können. Dieser Erwägung folgend sind zahlreiche abweichende Konstruktionen versucht worden, welche die Vorteile der Unterstützung des Schienenfufses benutzen und die erwähnten Nachteile durch entsprechende Abänderung der Laschenform zu beseitigen suchen.

Abb. 58 u. 59. *Stofsverbindung mit beidseitigen Fufslaschen (Bauart Phönix).* M. 1 : 8.

Abb. 58. *Gewöhnl. Anordnung.*

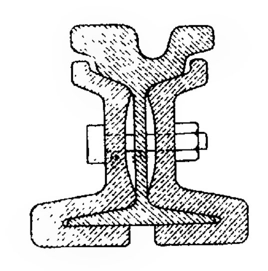
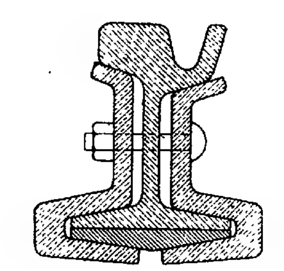


Abb. 59. *Mit Unterzugkeil.*



Die Aktien-Gesellschaft „Phönix" selbst hat unter Berücksichtigung der vorgebrachten Einwendungen ihren Fufslaschenstofs dadurch verbessert, dafs sie zur Ausgleichung der Ungenauigkeiten besondere Keilfufsplatten (Abb. 59) zwischen den Schienenfufs und

---

[24]) Man bevorzugt daher auch im Eisenbahnbau im allgemeinen den schwebenden Stofs gegenüber dem als zu starr geltenden ruhenden Stofs.

[25]) Die Abb. 58 bis 64 sind der oben erwähnten Abhandlung von Dietrich (s. Anm. 15, S. 463) entnommen.

die untergreifenden Laschen einlegte, welche das angestrebte „Anliegen an drei Stellen“ bewirken sollen.

Auf anderem Wege, und zwar durch Unterteilung der Fufslaschen in besondere Teillaschen ist von anderer Seite versucht worden, eine Unterstützung des Schienenfufses und eine Verstärkung des Stofses zu erzielen. Hier ist u. a. die Stofsverbindung mit Überfanglaschen (Abb. 60) der Gesellschaft für Stahl-Industrie, Bochum, zu nennen, wobei die unter den Schienenfufs greifenden Fufslaschen in Form von besonderen Kremplaschen die gewöhnlichen Stumpfstofslaschen beiderseitig überfangen. Nachteilig ist hierbei die ziemlich hoch liegende Bolzenverbindung, welche das Klaffen der Überfanglaschen am Schienenfufs nur schwer verhindern kann.

Abb. 60. *Stofsverbindung mit Überfanglaschen.* M. 1 : 8.

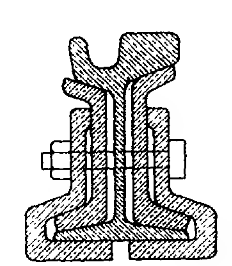


Abb. 61. *Fünfteiliger Schienenstofs.* M. 1 : 8.

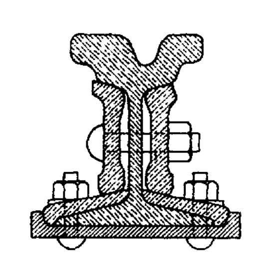
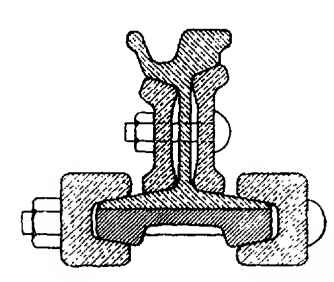


Abb. 62. *Fufsklammerstofs.* M. 1 : 8.



Um ein gutes Anliegen der Einzelteile der Fufslaschenverbindung zu erzielen, haben die Westfälischen Stahlwerke Bochum einen „Fünfteiligen Stofs“ (Abb. 61) eingeführt, wobei eine Unterzugplatte unter den Schienenfufs gezogen wird, gegen welche zwei auf dem Schienenfufs liegende Stützplatten abgestützt und mit Bolzen befestigt sind; auf diese Stützplatten setzen sich dann die gewöhnlichen Stumpfstofslaschen.

Bei dem „Fufsklammerstofs“ des Hoerder Bergwerks- und Hüttenvereins (Abb. 62) wird die Unterstützung des Schienenfufses durch eine entsprechend geformte Unterzugplatte bewirkt, welche mittels starker, den Schienenfufs übergreifender Klammern durch eine Bolzenverbindung angezogen wird. Die Stumpfstofslaschen haben dabei die übliche Form.

Auch in Amerika sind Versuche mit besonderen, den Fufslaschen ähnlichen Stofsverbindungen gemacht worden, wobei z. B. die Unterstützung des Schienenfufses durch besondere Fufsplatten mit schrägen Stützflächen, wie bei dem in Abb. 63 dargestellten Churchillstofs der Diamond State Steel Co., Wilmington, oder durch T-förmige Unterzüge, wie bei der aus Abb. 64 ersichtlichen Ausführung der Lorain Steel Co. vorgenommen wurde.

Bemerkenswert ist auch der in den Abb. 65 u. 66 dargestellte Fufslaschenstofs der Union Traction Co., Philadelphia, bei welchem die beiden den Schienenfufs umfassenden Laschen nicht eng anliegen, sondern mit etwa 5 mm Spielraum ihn kammerartig umhüllen.

Abb. 63 u. 64. *Amerikanische Fufslaschen-Stofsverbindungen.* M. 1 : 8.

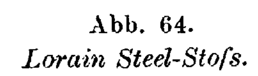


Abb. 63. *Churchillstofs.*

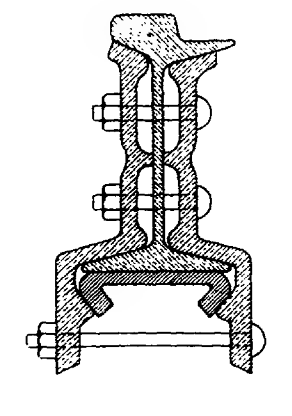
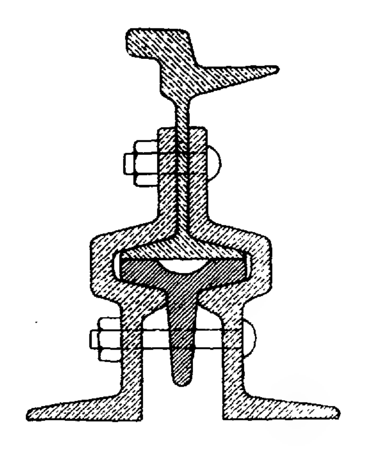


Abb. 64. *Lorain Steel-Stofs.*



In die Laschenkammern wird flüssiges Zink eingegossen, um so das Anliegen der Laschen am Kopf und Fuſs der Schienen zu sichern.[26])

Abb. 65 u. 66. *Fuſslaschenstoſs mit Zinkausguſs (Philadelphia).* M. 1 : 7.

Abb. 65. *Querschnitt.*

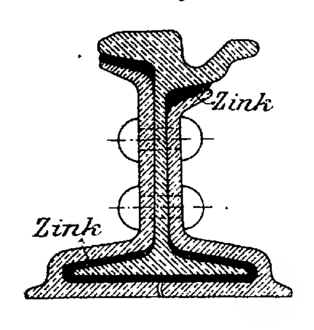
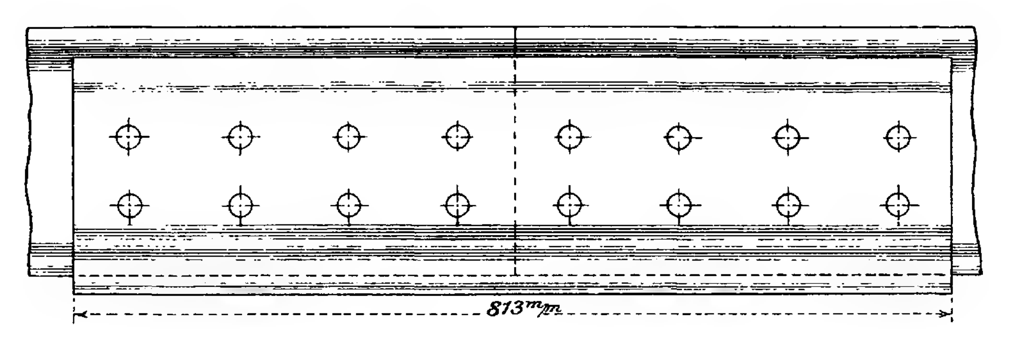


Abb. 66. *Ansicht der Auſsenlasche.*



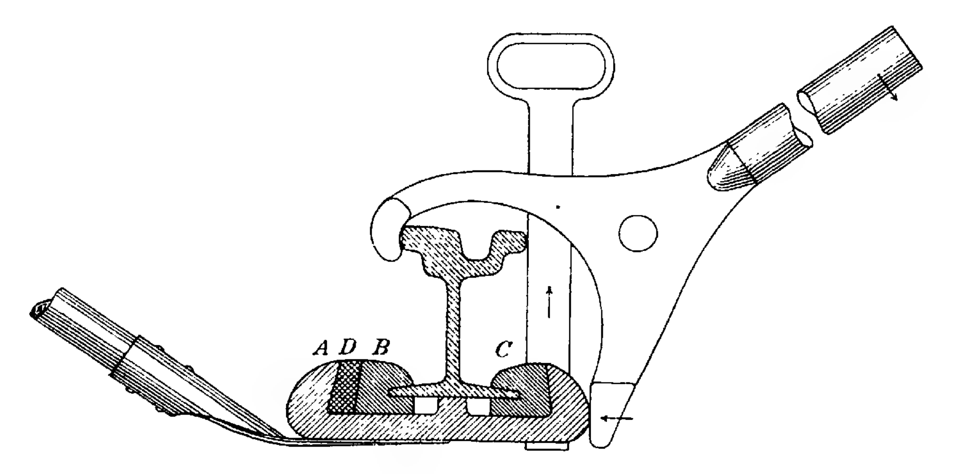
Die Laschen werden im übrigen mit dem Schienensteg vernietet. Der Arbeitsvorgang ist dabei folgender: Die Schienen werden, bevor sie auf den Querschwellen, welche in Philadelphia Anwendung finden, befestigt werden, mittels eines Sandgebläses gereinigt. Dann werden die Laschen durch zwei Steckbolzen befestigt und die Schienenenden mit Hilfe von eisernen Keilen, welche zwischen dem Schienenkopf bezw. dem Schienenfuſs und den Laschen leicht eingetrieben werden, ausgerichtet. Nachdem sodann die Laschen mittels vier Schraubenbolzen angezogen sind, werden die übrigen 12 Nietlöcher mit einem Druckluftbohrer nachgearbeitet und die Nieten mit einer ebenfalls durch Druckluft betriebenen Nietmaschine eingezogen. Die seitlichen Öffnungen der Laschen am Schienenfuſs werden dann mit Ton abgedichtet, während unterhalb des Schienenkopfes eine Umhüllung aus Aluminium mit Asbest verwendet wird. Schlieſslich werden die Schienenstöſse mit den Laschen vorgewärmt und das geschmolzene Zink in die Laschenkammern, und zwar durch eine Bohrung der Lasche am Schienenfuſs, sowie durch eine Öffnung der oberen Asbestdichtung eingegossen.

Zur Vornahme der beschriebenen Arbeiten dient ein aus 4 Wagen bestehender Arbeitszug, auf denen die mit Druckluft angetriebene Sandgebläsevorrichtung, die Einrichtungen für die Bohrmaschine und die Nietmaschine, sowie der Zinkschmelzapparat sich befinden.

Bei dieser Stoſsverbindung, welche sich in Philadelphia gut bewährt hat, sind elektrische Kontaktverbindungen nicht erforderlich, wie auf Grund der Leistungsmessungen festgestellt werden konnte.

c. Schienenschuhe. Waren bei den vorerwähnten Stoſsverbindungen die Laschen entweder selbst oder unter Zuhilfenahme besonderer Konstruktionsteile zur Unterstützung des Schienenfuſses an den Stoſsenden benutzt worden, so sind andererseits auch Stoſsverbindungen mit Erfolg zur Anwendung gekommen, bei denen der Schienenfuſs durch besondere Schienenschuhe unterstützt wurde.

Abb. 67. *Schienenschuh, Bauart Scheinig & Hofmann.* M. 1 : 8.



Hier ist zunächst der Schienenschuh von Scheinig & Hofmann[27]) zu erwähnen, welcher zuerst

[26]) Siehe den von Busse auf dem Internationalen Straſsenbahn- und Kleinbahn-Kongreſs, Mailand 1906, erstatteten Bericht, S. 232.

[27]) Busse, Kongreſs-Bericht Mailand 1906, S. 245.

im Jahre 1900 in Linz verwendet wurde und seitdem bei zahlreichen Strafsenbahnen auch in Deutschland Anwendung gefunden hat. Der Schienenschuh besteht, wie Abb. 67 zeigt, aus einem mit seitlichen Anschlagflächen versehenen, etwa 0,16 bis 0,20 m langen Stahlgufs-Sohlstück *A*, zwei Fufsklammern *B* und *C* und einem Keil *D*.

Die Art der Verlegung ist folgende: Um die mit Schmirgelsteinen gereinigten und gerade gerichteten Schienenfufsenden wird ein 0,3 mm starkes Zinkblech umgebogen, worauf die bis zur Rotglut erhitzten Fufsklammern mittels einer Prefsvorrichtung fest angetrieben werden, so dafs die Schienenstofsfuge, welche im übrigen nicht klaffen darf, sich in der Mitte der Klammern befindet; dann wird das ebenfalls auf Rotglut erwärmte Sohlstück mittels einer eisernen Schaufel untergeschoben (vergl. Abb. 67), wobei es durch einen zweiten Arbeiter mittels eines Druckhebels gegen die innere Fufsklammer gedrückt wird, während ein dritter Arbeiter das Sohlstück mit einem Handhaken nach oben gegen den Schienenfufs zieht (s. Abb. 67). Währenddessen wird von einem vierten Arbeiter der Keil mit einem Schmiedehammer eingetrieben, wobei das Sohlstück durch einen fünften Arbeiter mit einem Setzhammer in seiner Lage gegen Verschieben gesichert wird. Es ist darauf zu achten, dafs der Keil genau parallel zur Schiene eingetrieben wird; falls er nicht stark genug ist, pflegt man passende Beilagen aus Stahlblech daneben einzulegen.

Das zwischen Schienenfufs und Fufsklammern umgebogene Zinkblech wird durch die Temperatur der rotglühenden Fufsklammern zum Schmelzen gebracht und füllt die Unebenheiten der Berührungsflächen derart aus, dafs nicht nur eine gute mechanische, sondern auch eine zuverlässige elektrische Verbindung erzielt wird.

Zu bemerken ist hierzu noch, dafs die Fulsklammern und Sohlstücke vor dem Anlegen mit Stahlbürsten gut gesäubert werden müssen; im übrigen werden die Sohlstücke einfach in Kokskörben glühend gemacht, während man die Fufsklammern auf einer Feldschmiede mittels Holzkohlen erhitzt.

Die Unebenheiten der Fahrfläche werden nach Fertigstellung der Stofsverbindung mit dem Feilhobel ausgeglichen.

Abb. 68 bis 70. *Schienenschuh der Sächs. Gufsstahlfabrik Döhlen.* M. 1 : 7.

Abb. 68. Querschnitt.

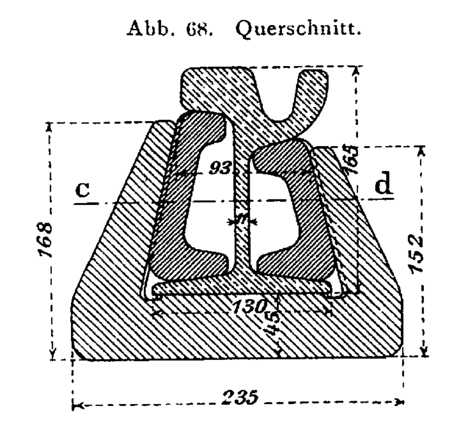


Abb. 69. Seitenansicht.

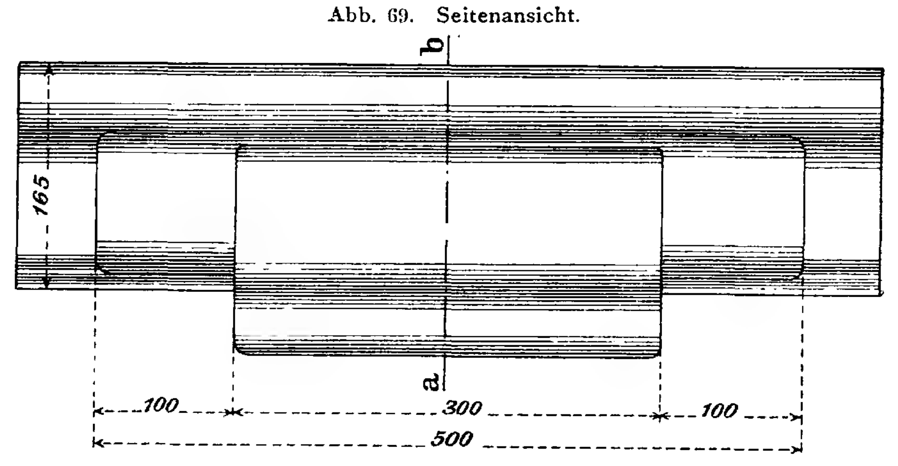
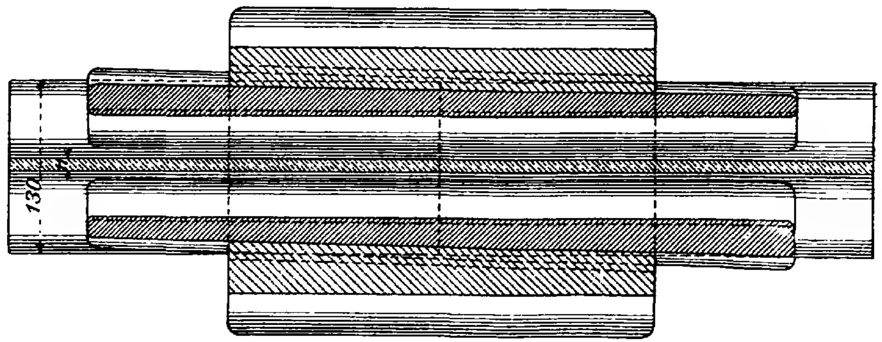


Abb. 70. Wagerechter Schnitt *c—d*.



Einen Schienenschuh von besonderer Form hat die Sächsische Gufsstahlfabrik Döhlen[28]) hergestellt. Dieser in den Abb. 68 bis 70 dargestellte Schienenschuh besteht aus einem sogen. Laschenschuh von 0,30 m Länge aus Stahlgufs, welcher schräg nach innen geneigte und keilförmig ausgebildete Anlageflächen besitzt, gegen welche besondere 0,50 m lange Keillaschen aus Stahlgufs eingetrieben werden. Der Schienen-

[28]) Busse, Kongrefs-Bericht Mailand 1906, S. 252.

schuh wird zweckmäfsigerweise vor dem Anlegen erhitzt, so dafs die beiden von entgegengesetzten Seiten eingetriebenen Laschenkeile durch den Schienenschuh bei seiner Abkühlung fest in die Schienenkammern eingeprefst werden. Infolge der nach innen geneigten seitlichen Anschläge des Schienenschuhes wird er beim Eintreiben der Keillaschen fest gegen den Schienenfufs angezogen.

Bei der in Abb. 71 dargestellten Stofsverbindung von Ambert[29]), welche bei einigen Strafsenbahnen in Frankreich und der Schweiz Anwendung fand, hat der Schienenschuh eine Art T-Form mit oberen, um den Schienenfufs greifenden Lappen. Das Anliegen des Schuhes wird durch Doppelkeile von 1 : 100 Neigung erzielt.

Bei der Verlegung wird der im Innern gut gesäuberte Schienenschuh über den Fufs der einen Schiene gestreift, dann über den Fufs der anstofsenden Schiene zurückgezogen, bis sich die Stofsstelle in der Mitte des Schienenschuhes befindet. Schliefslich werden die beiden eingefetteten Keile unter Verwendung eines unter dem Schienenfufs eingelegten Futterbleches, welches zur Ausgleichung der Unebenheiten dient, von beiden Seiten eingetrieben, wobei man sich gewöhnlich einer besonderen Schraubenpresse bedient.

Auch hier empfiehlt es sich, die Schienenköpfe nach der Verlegung des Stofses mit dem Feilhobel auszugleichen.

Gegen den Ambert'schen Schienenschuh wird nicht mit Unrecht eingewendet, dafs die unter dem Schienenfufs vorragende Rippe des Schuhes die gute Unterstopfung des Stofses hindert und andererseits während des Betriebes die Bettung — besonders in Asphaltstrafsen — leicht zerstört.

Gerade aus letztgenanntem Grunde müssen unseres Erachtens die Stofsverbindungen von Strafsenbahnschienen, einerlei welche Stofskonstruktion auch verwendet wird, so beschaffen sein, dafs sie ohne vorspringende oder gar scharfkantige Teile eine möglichst ebene Auflagerfläche erhalten.

Abb. 71. *Schienenschuh, Bauart Ambert.*
M. 1 : 6.

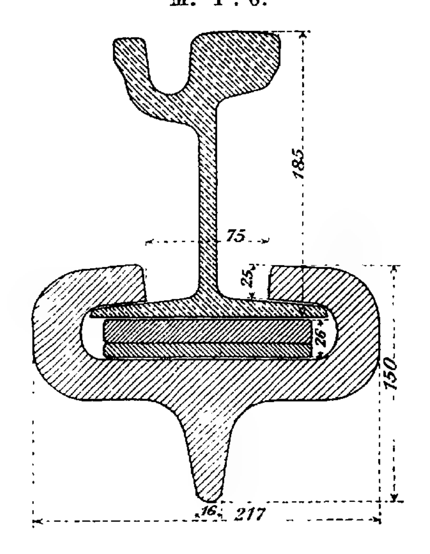
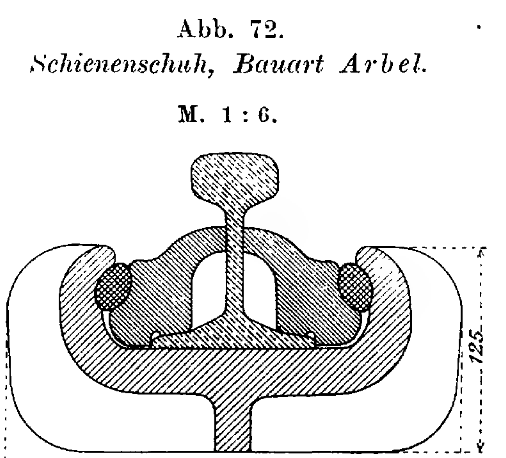


Abb. 72.
Schienenschuh, Bauart Arbel.
M. 1 : 6.



Auch dem Schienenschuh von Arbel[30]), welcher ebenfalls in Frankreich mehrfach Verwendung gefunden hat (u. a. in Marseille), haftet der Nachteil an, dafs durch die Rippen an seiner Unterfläche (vergl. Abb. 72) die Bettung leicht zerstört werden kann. Die Befestigung dieses Schuhes erfolgt mittels je zwei Halbrundkeilen, welche zwischen die seitlichen Lappen des Schienenschuhes und die zur Abstützung des Schienensteges gegen den Schienenschuh dienenden Backenstücke eingetrieben werden.

[29]) Dubs, Kongrefs-Bericht Mailand 1906, S. 199.
[30]) Dubs, Kongrefs-Bericht Mailand 1906, S. 200.

Als eine Abänderung und Verbesserung der letzterwähnten Stofsverbindung ist der in neuester Zeit u. a. in Lausanne und Paris eingeführte Schienenschuh der Société anonyme des Eclisses électro-mécaniques, Paris anzusehen. Dieser aus gehärtetem Gufsstahl von grofser Dehnung bestehende Schienenschuh besitzt, wie die Abb. 73 zeigt, federnde seitliche Anschläge, in deren Hohlkehlen kegelförmig bearbeitete Backenstücke, welche sich gegen den Schienensteg abstützen, beiderseitig eingetrieben werden, wobei zum Zwecke der Stromrückleitung unter dem Schienenfufs eine dünne Kupferplatte angeordnet wird. Die Lösung der Backenstücke wird durch Stifte an den Enden des Schuhes verhindert.

Abb. 73. *Schienenschuh der Gesellschaft Eclisses électro-mécaniques.* M. 1 : 7.

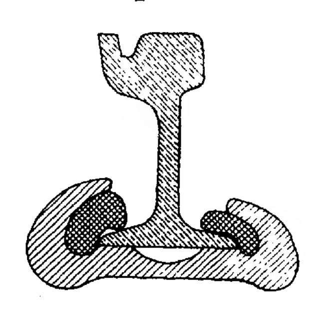


Abb. 74 bis 77. *Geteilte Schienenschuhe, Bauart Hadfield.* M. 1 : 7.

Abb. 74. *Querschnitt a—b bei hakenförmigen Schuhen.*

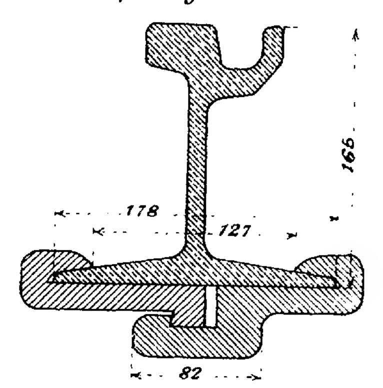


Abb. 75. *Grundrifs.*

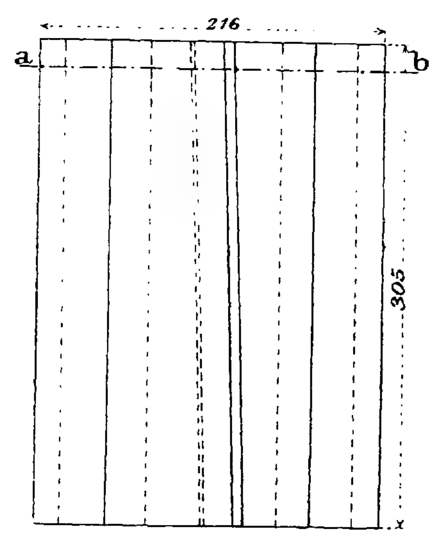


Abb. 76. *Querschnitt a—b bei Keilbefestigung.*

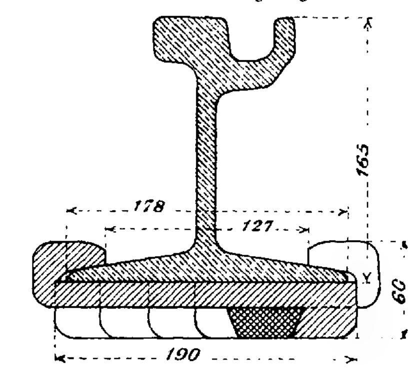
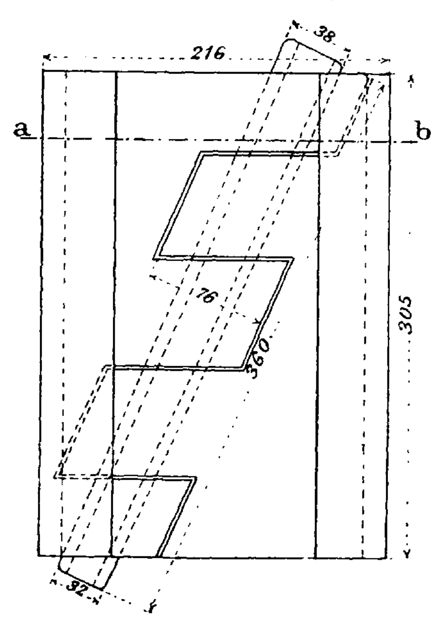


Abb. 77. *Grundrifs.*



Erwähnung mögen schliefslich noch die von der Firma Hadfield, Sheffield[31]) eingeführten Schienenschuhe geteilter Bauart finden, bei denen, wie die Abb. 74 bis 77 zeigen, die Befestigung durch keilförmige Anlageflächen bezw. durch einen besonderen Keil erfolgt, wodurch die beiden Hälften des Schienenschuhes zusammengezogen werden und der Schienenfufs fest umklammert wird.

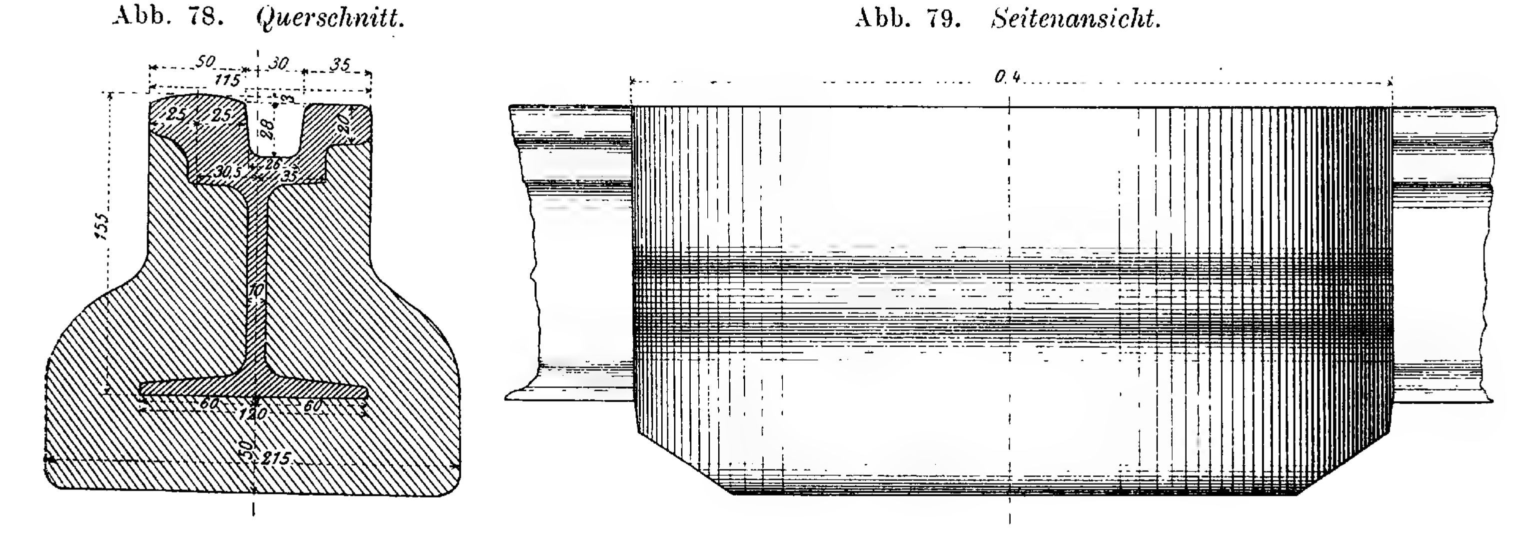
[31]) Dietrich, a. a. O. S. 19.

Als eine Art Schienenschuh ist auch die Schienenumgiefsung nach der Ausführungsweise der Falk Mfg. Co., Milwaukee (s. Abb. 78 u. 79) anzusehen, welche seit dem Jahre 1894 in Amerika vielfach in Gebrauch ist und auch in Europa, z. B. in Belgien, Frankreich, Spanien und Holland noch heute angewandt wird, während man in Deutschland diesem Verfahren auf die Dauer kein Vertrauen entgegengebracht hat.

Die Schienenumgiefsung wird gewöhnlich so ausgeführt, dafs an die Stofsstelle der mittels Sandstrahlgebläse gereinigten Schienen beiderseitig Giefsformen angelegt werden, welche mit Gufseisen ausgegossen werden, wobei bisweilen einfache Laschen und auch elektrische Kontaktverbindungen, welche vorher befestigt worden waren, mit umgossen werden.

Abb. 78 u. 79. *Schienenumgiefsung, Bauart der Falk Mfg. Co., Milwaukee.* M. 1 : 5.

Abb. 78. *Querschnitt.* Abb. 79. *Seitenansicht.*



Da die Umgiefsung der Schienen nach diesem Verfahren nur als eine, wenn auch innige Umhüllung der Schienenenden angesehen werden kann, wobei keine homogene Materialverbindung, wie bei anderen im Folgenden zu besprechenden Schweifsmethoden eintritt, so ist es erklärlich, dafs Lockerungen der Schienen zuweilen zu beobachten waren.

d. Verschweifsung der Schienenstöfse. Ein anderes, weit besser bewährtes Verfahren zur Verschweifsung der Schienenstöfse ist die sogenannte aluminothermische Schienenschweifsung von Dr. Goldschmidt, Essen a. Ruhr. Dieses Verfahren beruht darauf, dafs mittels chemischer Reduktion des in dem sogenannten „Thermit" enthaltenen Eisenoxydes durch Aluminium reines Schweifseisen in einem über der Stofsstelle aufgestellten Tiegel hergestellt wird, welches man sodann in eine den Schienenstofs umgebende Giefsform ablaufen läfst. Das weifsglühende Material verbindet sich dabei mit den Schienenenden zu einem durchaus einheitlichen Körper; und zwar wird bei diesem Umgiefsungsverfahren, welches bei nachträglicher Verschweifsung bereits eingebetteter Gleise Verwendung findet, ein in die Stofslücke eingetriebenes Stück Stahlblech mit Fufs und Steg der Schienenenden verschweifst. Dagegen kommt für Neuverlegung von Gleisen ein kombiniertes Schweifsverfahren in Anwendung, wobei, wie vorher beschrieben, ebenfalls die Schienenenden am Fufs und Steg durch einen Thermitumgufs verschweifst werden, aufserdem aber noch die Schienenköpfe mit einer besonderen Schraubenpresse stumpf aneinandergeschweifst werden.

Das aluminothermische Schweifsverfahren hat seit seiner erstmaligen Anwendung im Jahre 1899 nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika vielfach Verwendung gefunden, so dafs bis Ende 1911 über 400000 Schienenstöfse nach diesem Verfahren geschweifst waren.

Als sehr zweckmäfsig hat sich diese Schweifsmethode u. a. auch für Stofsverbindungen verschiedener Schienenprofile erwiesen, so haben z. B. die Berliner Städtischen Strafsenbahnen für die Verbindung ihres etwa 54 **kg** schweren Rillenschienenprofiles von 180 **mm** Höhe und 150 **mm** Fufsbreite mit dem auf Mitbenutzungsstrecken der Grofsen Berliner Strafsenbahn verwendeten kleineren Profil von 51 **kg** bei 160 **mm** Höhe und 130 **mm** Fufsbreite statt der Verwendung besonderer Übergangslaschen den „Thermitstofs" angewandt, indem sie kurze Schienenenden von 1,50 und 2,00 **m** Länge der beiden Profile in dem Essener Werk nach dem kombinierten Verfahren zusammenschweifsen liefsen und diese Übergangsstücke nach Bedarf auf der Strecke einbauten.

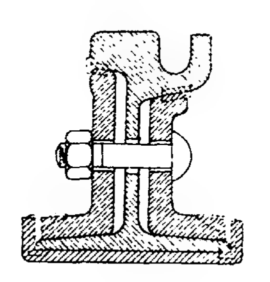
Ein anderes Schweifsverfahren zur Verbindung der Schienenstöfse ist die elektrische Schienenschweifsung mittels Wechselstrom[32]), wie sie seit dem Jahre 1902 in Amerika anfangs mit geringem, später aber nach Vervollkommnung dieser Technik mit besserem Erfolge eingeführt worden ist. Es ist dies ein Widerstands-Erhitzungsverfahren, wobei die unter zunehmendem Druck an die Schienenstege angesetzten Laschen mit den Schienen vermöge der beim Stromdurchgang erzielten hohen Temperatur von etwa 3000° C. zusammengeschweifst und unter Druck gehalten werden, bis nach Aufhören der Stromeinwirkung das Material wieder abgekühlt ist.

Bei diesem Verfahren ist ein Arbeitszug von 4 Wagen in Gebrauch, auf denen sich das Sandgebläse zum Reinigen der Schweifsflächen, die Prefsvorrichtung mit dem Schweifsapparat, der Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer (Gleichstrom wird dem Fahrdraht entnommen) und eine Schleifvorrichtung befinden. Diese Schweifsmethode hat dem Vernehmen nach u. a. in Brooklyn, Buffalo, Rochester und Columbia sich gut bewährt.

Die Verwendung der Elektrizität zur Schweifsung der Schienenstöfse hat neuerdings auch in Deutschland Eingang gefunden und zwar mit dem einfacheren und zuverlässigeren Verfahren der Lichtbogenschweifsung mittels Gleichstrom. Bereits im Jahre 1903 hat die Akkumulatoren-Fabrik Aktien-Gesellschaft Berlin[33]) diese Schweifsmethode eingeführt. Sie beruht darauf, dafs zwischen dem Arbeitsstift (einer Kohlen-Elektrode als negativem Pol) und der Schiene (als positivem Pol) ein etwa 3 **cm** langer Lichtbogen von hoher Temperatur erzeugt wird, welcher das Schienenbezw. Laschenmaterial zum Schmelzen bringt, wobei zur Ausfüllung der an der Schmelzungsstelle vorhandenen Lücken geeignetes Zusatzmaterial aus bestem Stahl in kleinen Stücken eingeschmolzen wird. Der Lichtbogen kann geregelt und gegen Schlufs der Schweifsung allmählich verkleinert werden, so dafs die Schweifsstelle während des Arbeitsvorganges sich langsam abkühlt, und Materialspannungen möglichst vermieden werden. Da bei der Schweifsung ein blendend heller Lichtbogen entsteht, werden die betr. Arbeiter mit Blendschirmen ausgerüstet, auch pflegt man die Arbeitsstelle mit einem besonderen kleinen Arbeitszelt zu überdecken.

Anfangs wurde nach diesem Verfahren eine Stumpfstofs-Schweifsung der Schienen vorgenommen, wobei auch der Schienenkopf zum Teil geschmolzen und die Stofslücke mit Zusatzmaterial gefüllt wurde. Dieses Verfahren konnte sich wegen der ungünstigen Strukturänderung des Schienenkopfes nicht bewähren, da der Schienenkopf an der Schweifsstelle schneller Abnutzung ausgesetzt war. In neuerer Zeit ist daher in der sogenannten „Laschenschweifsung" eine Arbeitsweise zur Anwendung gelangt, welche diese Nachteile vermeidet. Es

Abb. 80. *Laschenschweifsung der Akkumulatoren-Fabrik, Berlin.* M. 1 : 7.



[32]) Dietrich, a. a. O. S. 21.

[33]) Busse, Kongrefs-Bericht Mailand 1906, S. 257 und Brüssel S. 462.

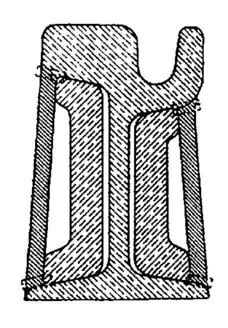
werden dabei, wie Abb. 80 zeigt, die beiderseitig angelegten gewöhnlichen Stumpfstoſslaschen an der Stoſsstelle und an den beiden Enden sowohl mit den Unterflächen des Schienenkopfes als auch mit den Oberflächen des Schienenfuſses verschweiſst. Der letztere erhält dabei gewöhnlich noch eine Verstärkung durch eine schuhartige Fuſsplatte, deren aufgebogene Seitenkanten mit dem Schienenfuſs und den Laschen verschweiſst werden.

War bei diesem Verfahren in erster Zeit auſser dem Motorgenerator, welcher den Arbeitsstrom von der Fahrdrahtspannung (etwa 500 Volt) auf die Schweiſsspannung (etwa 60 Volt) umformte, noch eine Akkumulatorenbatterie als Pufferbatterie zur Aufnahme der bei der Schweiſsung ständig auftretenden Stromstöſse in Verwendung, wodurch die Kosten des Verfahrens erheblich verteuert wurden, so hat man in neuerer Zeit infolge Anwendung einer besonderen Querfeld-Gleichstrom-Dynamomaschine von Rosenberg, welche gegen Stromstöſse wenig empfindlich ist, von der Benutzung einer Akkumulatorenbatterie ganz absehen können, so daſs diese Schweiſsmethode erheblich vereinfacht und verbilligt worden ist.

Das Verfahren hat mit gutem Erfolge auch für die Reparatur ausgefahrener Gleise Anwendung gefunden, indem man z. B. das schadhafte Schienenstück mit der Schienensäge oder auch autogen ausschneidet und ein Paſsstück einsetzt, welches mittels langer Laschen bezw. bei zu groſser Länge mittels Endlaschen nach dem beschriebenen Verfahren der „Laschenschweiſsung“ angeschweiſst wird. Hierbei können unbedenklich auch alte Laschen, welche sonst nur noch Altmaterial sind, verwendet werden.

Auch das Autogene Schweiſsverfahren mittels Sauerstoff-Acetylen-Gemisches ist bereits versuchsweise zur Schienenstoſsschweiſsung verwendet worden. Die Schweiſsung erfolgt dabei mit einem besonders eingerichteten Lötrohr, welches an der vorderen Einmündungsstelle der zusammenlaufenden Sauerstoff- und Acetylenleitungen eine Stichflamme von etwa 2400° entwickelt. Die Firma F. Melaun, Berlin, hat in neuester Zeit mit Hilfe der autogenen Schweiſsung einen eigenartigen Schweiſsstoſs ausgeführt, wobei sie an der Stoſsstelle der Schienen sogenannte „Entlastungsstützen“ auſserhalb der Seitenlaschen mit dem Kopf und Fuſs der Schienen verschweiſst (s. Abb. 81).[34]) Die etwa 0,30 m langen und 12 mm starken, als Entlastungsstützen dienenden Stahlbleche übertragen an der Stoſsstelle die Radlast auf den Schienenfuſs; sie haben im übrigen runde Aussparungen für die Bolzen der Laschen, so daſs im Bedarfsfalle die Laschenbolzen ungehindert angezogen bezw. die Laschen selbst erneuert werden können.

Abb. 81. *Stoſs mit verschweiſsten Entlastungsstützen (Melaun).* M. 1 : 7.



Bei den verschweiſsten Stoſsverbindungen werden die Schienenenden ohne bezw. mit den Seitenlaschen durch Verschweiſsung derart verbunden, daſs von „Schienenstöſsen“ eigentlich nicht mehr die Rede sein kann, da vielmehr die Schienen ein fortlaufendes Gestänge bilden. Man hat anfangs dagegen Bedenken getragen, derartige stoſslosen Schienenverbindungen durchgängig anzuwenden, weil man befürchtete, daſs die Wärmeausdehnung und Zusammenziehung der Schienen zur Riſsbildung führen müsse, und es sind daher an vielen Orten „Ausdehnungsstöſse“ geeigneter Bauart (z. B. Blattstoſsverbindungen mit verschiebbarer Bolzenbefestigung) in entsprechenden Abständen angeordnet worden. Wie weit hierzu ein Bedürfnis vorliegt, wird im einzelnen

---

[34]) Denkschrift der Groſsen Berliner Straſsenbahn 1911, S. 220.

Falle je nach Art der Schieneneinbettung und Ausbildung des Gleisnetzes zu prüfen sein. Es ist ersichtlich, daſs bei Einbettung der Schienen in Beton (bei Asphalt- und Holzstraſsen), zumal wenn dabei eine Verankerung stattfindet, Längenänderungen der Schienen durch Einwirkung der Wärme kaum eintreten können, solche vielmehr durch den Widerstand der Reibung zwischen Schiene und Bettung, unterstützt von den Widerständen der Anker, Spurstangen u. s. w., vernichtet werden; auch können in Bahnnetzen von geringem Umfange, wo Abzweigungen, Kurven, Kreuzungen und Weichenverbindungen in gröſserer Anzahl vorkommen, Längenänderungen kaum auftreten. Dagegen ist bei solchen Bahnanlagen, welche langgestreckte Gleisstränge in weniger widerstandsfähiger Bettung (z. B. Schotterstraſsen und Steinstraſsen) aufweisen, mit den Einwirkungen der Wärmeausdehnung wohl zu rechnen, und es empfiehlt sich in diesem Falle, „Ausdehnungsstöſse" in passenden Abständen vorzusehen.

e. Kopflaschen. Unter denjenigen Stoſsverbindungen, bei denen die Verwendung von Laschen beibehalten ist, ohne daſs eine Verschweiſsung zur Anwendung kommt, verdienen die Kopflaschenverbindungen besondere Beachtung.

Bereits um die Mitte der 90er Jahre war nach dem Muster der im Eisenbahnbau vereinzelt (z. B. bei den Kgl. Sächsischen Staatsbahnen) verwendeten Stoſsfanglaschen auch für Straſsenbahn-Rillenschienen eine Art Stoſsfanglasche vielfach zur Einführung gelangt, welche indessen, mit Rücksicht auf die geringere Breite der Radreifen gegenüber derjenigen bei Eisenbahnfahrzeugen, nicht auſsen neben dem Schienenkopf, wie bei den Eisenbahn-Stoſsfanglaschen, sondern eingreifend in den entsprechend ausgeklinkten Schienenfahrkopf angeordnet wurde. Diese Ausklinkung des Schienenkopfes erfolgte etwa zur Hälfte derselben, und die Stoſsverbindung erhält daher nach ihrem Erfinder die Bezeichnung „Schmidt'scher Halbstoſs" (s. Abb. 82 u. 83). Von den etwa 800 **mm** langen, mit 6 Laschenbolzen befestigten Laschen war die Auſsenlasche auf eine Länge von 500 **mm** in den ausgeklinkten Schienenkopf hochgeführt, während die Innenlasche die übliche Ausbildung einer Stumpfstoſslasche erhielt.

Abb. 82 u. 83. *Schmidt'scher Halbstoſs.*

Abb. 82. *Querschnitt.* M. 1 : 5.

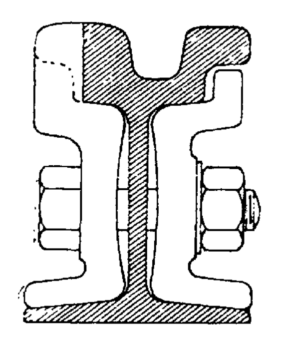
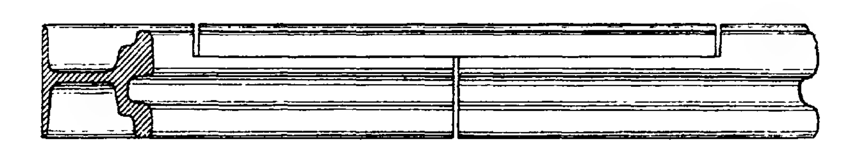


Abb. 83. *Grundriſs.* M. 1 : 10.



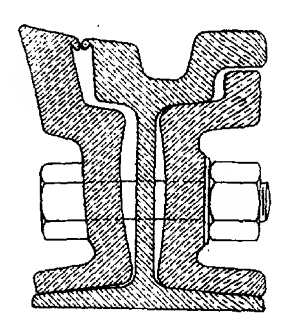
Der Zweck dieser Stoſsanordnung war, das Rad an der Stoſsstelle mittels der Kopflasche über die Schienenstoſsfuge zu überführen, wobei die Radlast direkt auf den Schienenfuſs übertragen wurde.

Diese Stoſsverbindung hat gegen das Ende der 90er Jahre weite Verbreitung bei den Straſsenbahnen gefunden, da man bei dem Übergang vom Pferdebetrieb zum elektrischen Betrieb mit seinen erheblich gröſseren Raddrücken diese Bauart mit Recht als eine erhebliche Verbesserung des sonst noch fast allgemein üblichen Stumpfstoſses ansah.

Der Schmidt'sche Halbstoſs hat sich auch bei leichtem und nicht zu häufigem Verkehr im allgemeinen gut bewährt, dagegen zeigten sich auf Bahnen mit schwerem

Verkehr bald erhebliche Nachteile insofern, als die Halbstofslaschen durch die Seitenkräfte der Räder — besonders bei Verwendung kegelförmiger Radreifen — von den Schienen abgedrückt wurden und die Längskanten der Halbstofslasche, wie auch der Schienenenden in der Fahrebene sich umbördelten (s. Abb. 84), wodurch allmählich die Halbstofskonstruktion ihren Zusammenhalt verlor, da die Laschenbolzen sich dehnten, die Muttern bezw. Köpfe absprangen und die Laschen sich lösten.

Abb. 84. *Abgenutzter Halbstofs.* M. 1 : 5.



Diese Mängel des Halbstofses durch Einführung einer wesentlich verbesserten und vereinfachten Konstruktion beseitigt zu haben, ist das besondere Verdienst von F. Melaun, Berlin, der mit seiner nach ihm benannten Melaun'schen Stofsverbindung eine auch dem schwersten Strafsenbahnverkehr genügende widerstandsfähige und stofsfrei wirkende Schienenverbindung geschaffen hat.

Bei dem Melaunstofs wird die Aufsenlasche ähnlich wie bei dem Schmidt'schen Halbstofs bis zur Fahrebene hochgeführt, aber — und das ist das wesentliche gegenüber dem letzteren — unter vollem Ersatz des Schienenfahrkopfes durch die Kopflasche.

Zwar hat Melaun bei seinem ihm im Jahre 1900 erteilten Patent (D. R. P. Nr. 148842) die Kopflasche anfangs derart ausgebildet, dafs sie am Schienenstofs den Fahrkopf voll ersetzt, dann aber gegen das Ende der Lasche den Schienenfahrkopf halb überblattet, um so ein Kanten der Aufsenlasche infolge der wenn auch geringen Exzentrizität der Radlast zu verhindern, indessen hat sich bald in der Praxis erwiesen, dafs solche Überblattung unnötig, wenn nicht gar nach den bei dem Schmidt'schen Halbstofs beobachteten Mängeln, nachteilig ist, und der Melaunstofs hat daher die in Abb. 85 bis 87 dargestellte Ausbildung erhalten, wobei die etwa 800 mm lange Kopflasche mit ihrem 500 mm langen Kopf in die Aussparung der Schienenenden eingreift.

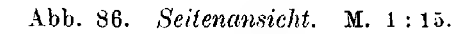


Abb. 85 bis 87. *Kopflaschen-Stofs, Bauart Melaun.*

Abb. 85. *Querschnitt.* M. 1 : 6.

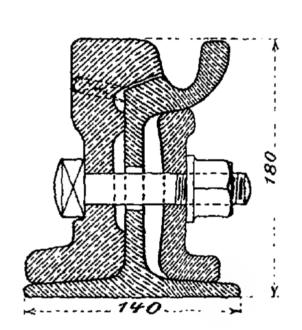


Abb. 86. *Seitenansicht.* M. 1 : 15.

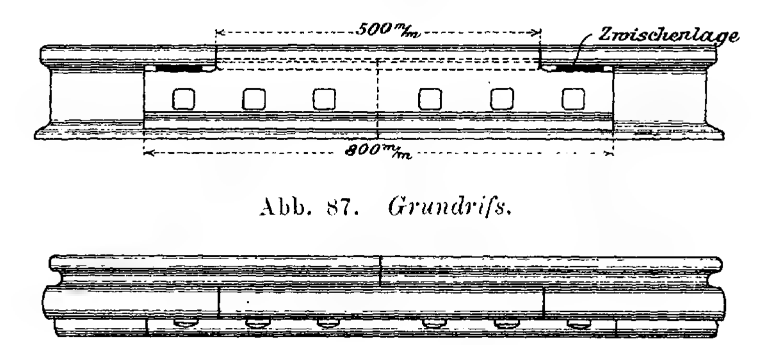


Abb. 87. *Grundrifs.*

Nur bei den oben erwähnten „Ausdehnungsstöfsen" (z. B. bei der Gleisverlegung auf Brücken mit Ausdehnungsfugen) hat Melaun die ältere Form der Kopfverblattungslasche beibehalten, da hierbei ähnlich wie bei der später zu besprechenden Schienenverblattung eine Längsverschiebung der Schienen unter Anwendung länglicher Bolzenlöcher leicht ermöglicht werden kann, während die Überführung der Räder ohne Stofs erfolgt.

Die Wirkungsweise der Melaun-Stofsverbindung ist folgende: Wie aus den Abb. 85 bis 87 ersichtlich ist, wird die Radlast, wenn sie sich noch auf dem von den Laschen unterstützten Schienenende befindet, bereits mittelbar durch die untergreifende

Kopflasche getragen; geht dann das Rad vom Schienenfahrkopf auf den Laschenfahrkopf über, so erfolgt die Lastübertragung unmittelbar durch die Kopflasche auf den Schienenfufs, wobei ein Verkanten der Kopflasche durch die an ihr angebrachten Anschläge verhindert wird. Ebenso kann das Rad von der Kopflasche zur Schiene ohne Stofs auf den Schienenkopf übergehen, weil die Radlast bereits zum Teil mittels der Kopflasche auf den Schienenfufs wirkt, bevor das Rad die Kopflasche verläfst. Je länger nun die unter den Schienenkopf greifende Melaunlasche ist, die durch besondere Zwischenlagen oder Keile fest in die Schienenkammern eingepafst werden mufs, desto zuverlässiger erfolgt die Lastverteilung durch die Kopflasche auf die Schienenenden, und desto widerstandsfähiger ist also auch die Stofsverbindung selbst.

Aus dieser Erwägung heraus sind z. B. bei den Berliner Städtischen Strafsenbahnen Melaun-Stofsverbindungen mit 1000 mm langen Laschen und 8 Bolzen verwendet worden, von denen 4 Bolzen in dem mittleren 500 mm langen Kopfprofil und je 2 Bolzen in den unter den Fahrkopf der Schienenenden untergreifenden und gegen diesen mittels Zwischenlagen sorgfältig abgestützten Laschenenden angeordnet sind; eine senkrechte Drehung der Lasche gegen die Schienenenden ist infolge der doppelten Bolzenbefestigung der Lasche in der Schienenkammer ausgeschlossen, ebenso ist auch eine Durchbiegung der Schienenenden an der Stofsstelle unmöglich.

Da bei dieser Art der Lastübertragung mittels der Kopflasche auf den Schienenfufs der Flächendruck auf den letzteren nur gering ist, und da überdies die Laschenbolzen im Betriebe fast gar nicht beansprucht werden, so ist eine Lockerung der Laschen beim Melaunstofs kaum zu befürchten, und es hat sich diese Stofsverbindung daher ausnahmslos recht gut bewährt, wofür u. a. spricht, dafs seit der Einführung des Melaunstofses im Jahre 1901 bis Ende 1911 über 200000 Melaunstofsverbindungen ausgeführt worden sind.

Der Melaunstofs hat nicht nur für neue Gleisanlagen, sondern besonders auch für die Ausbesserung älterer Gleise grofse Bedeutung erlangt, da diese Stofsverbindung mit Leichtigkeit als Ersatz für andere, nicht mehr ausreichende schwächere Stofsverbindungen eingebaut werden kann; so sind z. B. vielfach in ausgefahrenen Gleisen die Stumpfstöfse bezw. Halbstöfse ohne Aufnahme der Gleise durch Melaunstöfse ersetzt worden, indem nach Entfernung der Laschen die Schienenköpfe auf entsprechende Länge abgeschnitten, und in die Ausschnitte die Melaun-Kopflaschen eingesetzt wurden.

Das Abschneiden des Schienenfahrkopfes erfolgte anfangs mit Hilfe einer besonderen Fräsmaschine, während neuerdings hierfür das autogene Schneidverfahren angewandt wird, welches den Vorzug hat, bei Anwendung leichter und handlicher Vorrichtungen saubere Schnittflächen schnell und mit geringen Kosten ausführen zu können.[35])

f. Verbesserte Stumpfstofsverbindungen. Unter den sonstigen, in neuerer Zeit zur Einführung gelangten Laschenstofsverbindungen ist die E. Hesse, Berlin. patentierte Stofsanordnung mit gesprengten Laschen[36]) zu erwähnen.

Bei dieser in Abb. 88 dargestellten Stofsverbindung werden besondere Stumpfstofslaschen verwendet, welche nur mit ihren Enden auf dem Fufs der Schienenenden aufliegen, während sie mit ihrer oberen dachartig gestalteten Anlagefläche unter den Schienenkopf greifen und beim Eintreiben die Schienenenden anheben, so dafs die Radlast an der Stofsstelle wie bei einem Brückenstofs auf die aufserhalb der Stofsstelle

[35]) Deutsche Strafsen- und Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 1002.

[36]) Busse, Kongrefs-Bericht Brüssel, S. 466.

befindlichen Stützflächen des Schienenfufses verteilt wird. Während das Anliegen der Laschen bei Neuanlagen nach Abb. 88 durch Anhämmern der Laschen und Anziehen der Bolzen erreicht werden soll, wird bei Ausbesserungen noch brauchbarer Schienen die in Abb. 89 dargestellte Ausführungsform bevorzugt, wobei das Hochdrücken der abgefahrenen Schienenenden durch Querkeile erzielt wird, welche an der Stofsstelle unter dem Schienenfufs in die Aussparungen der Laschenlappen eingetrieben werden.

Abb. 88 u. 89. *Gesprengte Laschen, Bauart Hesse.* M. 1 : 10.

Abb. 88. *Mit eingetriebenen Laschen.*

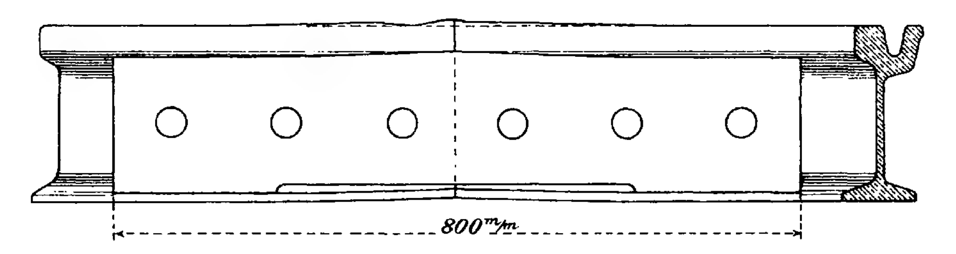
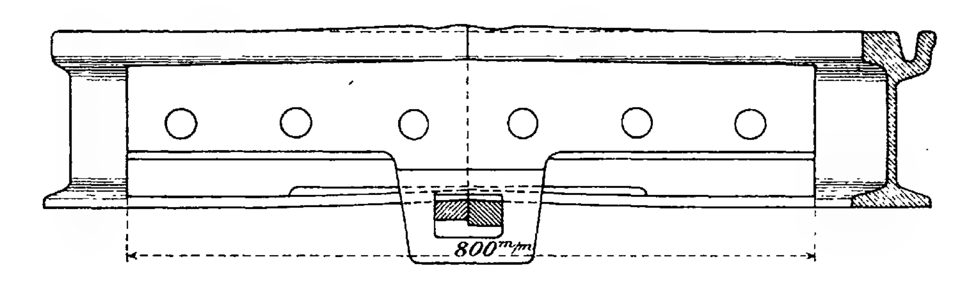


Abb. 89. *Mit Keillaschen.*



Letztere Anordnung soll sich gut bewährt haben, wenn auch hierfür Voraussetzung ist, dafs die Schienenenden nicht soweit abgefahren sein dürfen, dafs die Rillentiefe zu gering wird, da sonst ein Schlagen der Räder infolge Auflaufens der Spurkränze unvermeidlich ist. Auch ist besonders bei Verlegung der letztgenannten Stofsanordnung in Asphalt- oder Holzstrafsen nachteilig, dafs die unter den Schienenfufs vorragenden Laschenlappen infolge der Hämmerwirkung die Zerstörung der Betonbettung begünstigen.

Schliefslich sind noch diejenigen Stofsverbindungen zu erwähnen, bei denen die bekannten Stumpfstofsverbindungen durch besondere Hilfsmittel verstärkt und so auch für schwereren Betrieb verwendbar gemacht werden.

Hier ist unter anderem eine neue Stofsverbindung des Bochumer Vereins und der Gesellschaft für Stahlindustrie, Bochum[37]) zu nennen, bei welcher exzentrische Laschenbolzen mit Spannplatten Verwendung finden. Die Laschenbolzen haben, wie aus den Abb. 90 u. 92 zu ersehen ist, einen Schaft mit drei exzentrisch zu einander angeordneten Absätzen von 22,5—24,5 und 26,5 mm gröfstem Durchmesser; die Lochung der Schiene und der Laschen ist so gewählt, dafs die Bolzen leicht eingeführt werden können, wenn der durch eine Nase auf dem Bolzenkopf gekennzeichnete Exzenter von der Stofsfuge abgewendet ist (s. Abb. 93).

Beim Verlegen dieser Stofsverbindung werden zunächst die Schienen leicht gegeneinander gestaucht, so dafs sie auf dem Schienenkopf am Stofs eine Materialstauchung von etwa 1 mm Höhe erhalten, dann werden nach Anlegen der Laschen und Einführen der Exzenterbolzen die Spannplatten angelegt und die Muttern soweit angezogen, dafs die Spannplatten noch nicht ganz gestreckt sind. Nachdem sodann die Laschen mit leichten Hammerschlägen in die Kammern eingetrieben sind, werden die Laschenbolzen

[37]) Deutsche Strafsen- und Kleinbahn-Zeitung 1910, S. 393.

Abb. 90 bis 94. *Stofsverbindung mit Exzenterbolzen und Spannplatten.*

Abb. 90. *Querschnitt.* M. 1 : 6.

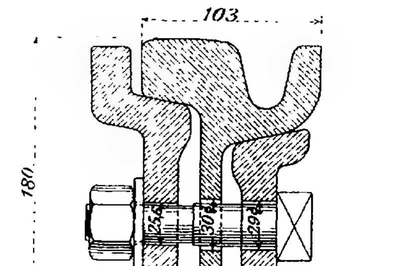


Abb. 91. *Seitenansicht.* M. 1 : 12.

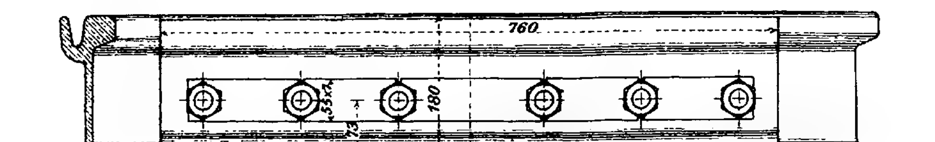


Abb. 92. *Grundrifs.*

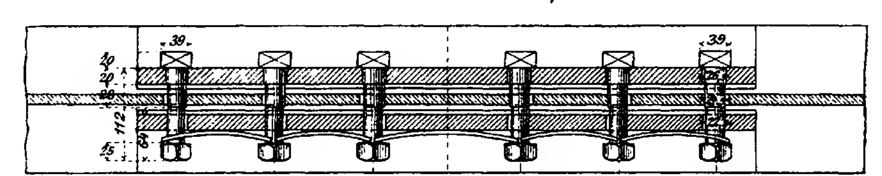


Abb. 93. *Stellung der Bolzen beim Anlegen der Laschen.* M. 1 : 12.



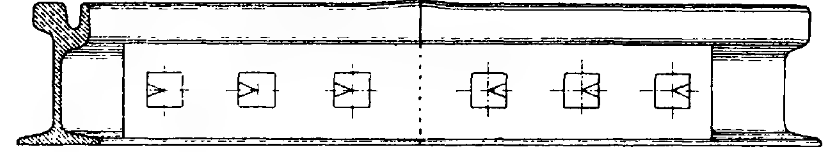
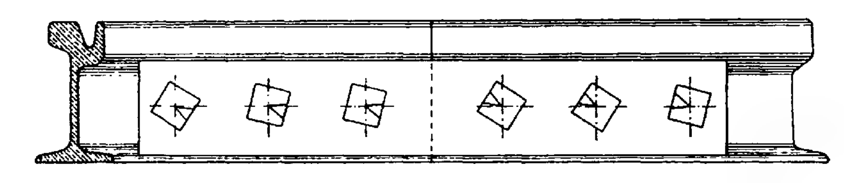


Abb. 94. *Stellung der Bolzen nach dem Festziehen.* M. 1 : 12.

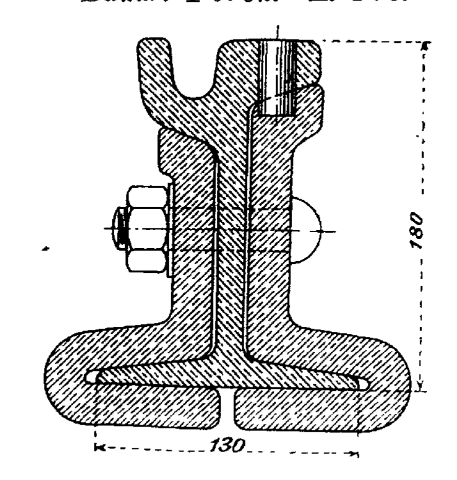


gedreht, bis die Exzenter gegen den Schienensteg drücken, was beim Andrehen deutlich fühlbar ist. Das Anliegen der Exzenter ist äufserlich durch die der Stofsfuge zugewendete Stellung der Nasen auf den Bolzenköpfen (s. Abb. 94) erkennbar. Das Drehen der Bolzen geschieht mit Linksdrehung, damit beim Anziehen der Muttern, welches sodann erfolgt, die Bolzen nicht aus der Exzenterstellung zurückgedreht werden. Nachdem so die Laschen und die Spannplatten fest angezogen sind, wird das aufgestauchte Material an der Stofsfuge niedergehämmert und das überschüssige Material abgefeilt.

Da die Stofsstelle bei dieser Ausführungsweise gut abgedichtet ist und die Laschen infolge des festen Anliegens der Bolzen an den Laschen und dem Schienensteg in den Kammern festgehalten werden, wobei durch die Wirkung der Spannplatten (s. Abb. 94) eine Rückdrehung der Bolzen kaum zu befürchten ist, dürfte eine Bewährung dieser Stofsverbindung wohl zu erwarten sein.

Eine einfache und anscheinend zuverlässige Verstärkung schwacher Stofsverbindungen hat schliefslich Porck in Kottbus eingeführt, indem er in die Stofsfuge bereits verlegter Schienen von oben her Stahlbolzen in entsprechend vorgebohrte Löcher, welche bis in die Aufsenlasche hineinreichen, eintreibt (s. Abb. 95) und so die Radlast an der Stofsfuge durch die Aufsenlasche auf den Schienenfufs überträgt. Durch die etwas kegelförmig gehaltene Form des als Ersatz besonderer elektrischer Schienenverbinder mit Kupfer umkleideten oder verzinnten Stahlbolzens werden die mit geringerer Bohrung versehenen Schienen auseinandergetrieben, so dafs der Schienensteg sich fest an die Laschenbolzen prefst, und es wird dadurch einer Lockerung der Laschenbefestigung vorgebeugt.

Abb. 95. *Stofsverbindung mit Kopfbolzen, Bauart Porck.* M. 1 : 5.



Nach dem Porck'schen Verfahren, welches erstmalig im Jahre 1907 in Kottbus Anwendung gefunden hat, sind

bis Ende 1911 an verschiedenen Orten mehr als 4000 Stöfse nachträglich verstärkt worden.

5. Zusammengesetzte Trägerschienen. Unter den zusammengesetzten Trägerschienen, von denen die hauptsächlichen älteren Ausführungsformen auf Taf. XIV. Abb. 45 bis 60 dargestellt sind, verdienen besonders die verschiedenen Oberbauanordnungen der Georgs-Marienhütte in Osnabrück bezw. ihres Generaldirektors Haarmann eingehende Beachtung.

Der älteste zweiteilige Oberbau von Haarmann vom Jahre 1879 war der sogenannte Zwillingschienenoberbau, welcher aus zwei gleichen Vignoles-Schienen besteht, von denen die eine als Fahrschiene, die andere als Leit- oder Streichschiene zu dienen hat. Der Grundgedanke ist der, durch die Leitschiene eine fest begrenzte Spurkranzrille zu schaffen und den Schienenstofs durch Versetzung des Stofses von Fahrschiene und Leitschiene widerstandsfähiger zu gestalten.

Ein Vorbild hierzu mag die Anordnung der Wegübergänge bei Hauptbahnen gegeben haben, wo früher namentlich in gepflasterten Strafsen eine Streichschiene zur Erhaltung einer festen Spurkranzrille verwendet worden ist.

Die Zwillingschienen wurden von Haarmann zuerst bei der im Jahre 1881 eröffneten normalspurigen Bremerhavener Strafsenbahn (Geestemünde-Bremerhaven-Lehe) im Strafsenpflaster zur Anwendung gebracht (s. Abb. 52, Taf. XIV). Die Schienen waren vollständig gleich, aus Stahl, 8 m lang, hatten 40 mm breite Kopffläche, 65 mm Fufsbreite, 130 mm Höhe und wogen 24 kg/m. Die Verbindung der beiden Schienen miteinander wurde durch gufseiserne Zwischenstücke erreicht, welche in Abständen von 1,0 m angebracht und durch Schraubenbolzen befestigt wurden. Für beide Schienen zusammen entsteht hierdurch eine Fufsbreite von 160 mm, die für den leichten Pferdebetrieb ein gutes Auflager des Gestänges auf den Unterbau gewährleistete.

Zur Erhaltung der richtigen Spurweite waren in Abständen von 4,0 m hochkantig gestellte Flacheisen von 40/10 mm vorgesehen, welche an den Enden umgebogen und mittels Schrauben an den Schienen befestigt wurden. Die Stöfse der Fahrschienen und der Leitschienen waren um 1,0 m gegeneinander versetzt, und beide durch zwischen den Schienen eingelegte Futterstücke gedeckt.

Diese Oberbauform hat in der Folgezeit in vielen Städten Deutschlands, wie auch im Auslande, Eingang gefunden, wobei sie in mehrfacher Beziehung an der Hand der mit der Zeit gemachten Erfahrungen verbessert worden ist.

Die Verbesserungen beziehen sich auf eine zweckmäfsigere Ausbildung der Querschnittsform der Streichschiene, auf bessere Anordnung der Verbindung beider Schienenhälften, um eine sichere Druckübertragung zwischen beiden Teilen zu erreichen, und endlich auf eine solche Ausbildung des Schienenquerschnittes, die eine dauerhafte Stofsausbildung gewährleistet und die Möglichkeit ausschliefst, dafs die Pferde mit Stollen oder Griff in den Spurkranzrillen hängen bleiben können.

Bei den späteren Ausführungen wurden Schienen von 130 bis 180 mm Höhe mit einer gesamten Fufsbreite von 120 bis 150 mm verwendet. Die Breite des Fahrschienenkopfes, meist mit demjenigen der Leitschienen übereinstimmend, betrug 37 bis 47 mm (sogar bis 58 mm). Die Rillenweite war in den Geraden 30, in den Kurven von 3 zu 3 mm fortschreitend bis etwa 40 mm bei den schärfsten Krümmungen. Die Schienengewichte hielten sich in den Grenzen von 11,5 bis 23 kg/m und das Gewicht des ganzen Oberbaues zwischen 75 und 100 kg f. d. lfd. m.

Die zur Verbindung der Fahr- und Leitschienen dienenden Futterstücke aus Gufseisen wurden in Abständen von 500 mm angebracht und mit je zwei Schrauben befestigt.

An Querverbindungen wurden bei 9 bis 10 m langen Schienen vier Stück in Abständen von 2,25 bezw. 2.5 m angebracht, und der innere Hohlraum zwischen den

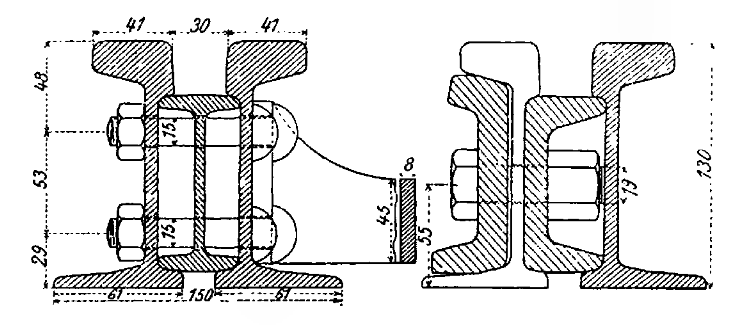
Schienen mit Beton ausgefüllt bis auf eine Höhe von rd. 40 **mm** unter dem Schienenkopf, um eine regelmäfsige Spurrille herzustellen.

Da es bei geringer Höhe des Schienenkopfes häufig vorkam, dafs Pferde, deren Hufeisen mit weit vorstehenden Griffen und Stollen versehen waren, in den Spurkranzrillen hängen blieben und zu Schaden kamen, hat man sodann die Höhe des Schienenkopfes auf der inneren Seite bei den Fahrschienen und Leitschienen, d. i. also die Tiefe der Spurrille, entsprechend vergröfsert; auch wurde etwa seit dem Jahre 1886 statt der einzelnen Futterstücke ein in ganzer Länge durchlaufendes Zwischenstück in Form eines **I**-Eisens eingeführt, das sich an Kopf und Fufs der Schienen anschliefst und beide gegeneinander abstützt, sogenannter „Drillingschienen-Oberbau" (s. Abb. 96). Hiermit wurde die Spurkranzrille auch nach unten hin metallisch abgeschlossen und gestattete eine leichtere Reinigung. Es wurde hierdurch der Vorteil erreicht, dafs ein Untergreifen der Stollen der Pferdehufe unter den Schienenfufs nicht mehr möglich war.

Am Stofs der Fahrschiene wurde, wie Abb. 96 zeigt, das **I**-förmige Mittelstück auf 0,33 **m** Länge durch eine ℶ-förmige Lasche ersetzt, die mit der Aufsenlasche zusammen den Stofs der Fahrschiene deckt. Um das Zusammensetzen des Oberbaues zu ermöglichen und die Laschenbolzen anziehen zu können, war die Leitschiene am Stofs unterbrochen, und auf eine Länge von 0,70 **m** ein besonderes Stück eingeschaltet, das nach Lösung der besonderen äufseren Verbindungsschrauben herausgenommen werden konnte, um an die Laschenschrauben des Stofses der Fahrschienen herankommen zu können. Die ganze Auflagerbreite der Schienen betrug 150 **mm**, und wenn auch nicht angenommen werden kann, dafs die Leitschiene wegen ihrer exzentrischen Lage die ganze Hälfte der Radlast überträgt, so war doch die Lastübertragung auf der Bettung eine sicherere, als bei der ursprünglichen Anordnung. Dagegen erleidet der Stofs durch die Unterbrechung der Leitschiene eine Schwächung, sofern nur der gewöhnliche stumpfe, durch zwei Laschen gedeckte Vollstofs übrig bleibt, mit seinen unvermeidlichen und im Betriebe stets zunehmenden Mängeln.

Abb. 96 u. 97. *Haarmann'scher Oberbau mit Füllschiene (sogenannter Drillingschienen-Oberbau).* M. 1 : 5.

Abb. 96. *Querschnitt.* Abb. 97. *Stofsanordnung.*



An den vorstehend beschriebenen Anordnungen ist zu tadeln, dafs die Leitschienen, welche eine Last nicht aufnehmen, denselben Querschnitt erhalten, wie die Fahrschienen.

Eine wesentliche Verbesserung des Oberbaues erreichte man nun unter Beibehaltung der besonderen Leitschiene dadurch, dafs man die Fahrschiene zweiteilig als Doppelschiene ausbildete. Man gelangte hierdurch zu einer dreiteiligen Oberbauform mit Leitschiene und zweiteiliger Schwellenschiene, dessen Entstehung auf eine Anordnung des Baurats Fischer-Dick vom Jahre 1886 zurückzuführen ist (s. Abb. 55, Taf. XIV).

Die Schwellenschiene bestand dabei aus zwei symmetrischen hochstegigen Halbschienen, deren Stöfse durch Versetzung um 0,50 **m** als zwei Halbstöfse hergestellt wurden. Eine besondere unsymmetrische Leitschiene von 35 **mm** Kopfbreite und 6 **mm** Stegdicke, mit gekröpftem Fufse versehen, wurde in Abständen von 0,5 **m** durch Schrauben und Futterstücke mit der Schwellenschiene verbunden. Durch die Über-

kröpfung des Fufses der Leitschiene werden Stofswirkungen, welche die Leitschiene treffen, auf die Fahrschienen, andererseits die Belastungen der letzteren durch die Füllstücke auf den Fufs der Leitschiene übertragen, so dafs eine breite Fufsfläche zur Übertragung auf die Unterbettung sich ergibt. Der Stofs der Leitschiene wurde gegen die beiden Halbstöfse der Fahrschiene versetzt, und die letzteren durch 15 bis 16 **mm** starke, 120 **mm** hohe Laschen gedeckt; die Laschen griffen über beide Halbstöfse, waren daher nahezu 1,0 **m** lang und wurden mit zwei Reihen von je 8 Schrauben befestigt.

Die erste nach dieser Anordnung gebaute Probestrecke wurde von der Grofsen Berliner Strafsenbahn im November 1886 hergestellt, wobei der Oberbau 98,7 **kg/m** wog.

Für solche Strafsenbahnen, auf welchen auch Eisenbahnwagen zu befördern sind, ist eine Änderung der Anordnung bezüglich Schienenstärke und Rillenbreite erforderlich, wie oben S. 471 bezüglich der Phönixschiene beschrieben.

Für Hafengleise u. s. w., die in gepflasterten Strafsen liegen, hat Haarmann eine zweiteilige Schwellenschiene von 250 **mm** Gesamtbreite und eine kräftige Leitschiene im Gewicht von 17 **kg/m** verwendet, die mit ihrem glatten Fufs ganz auf dem Fufse der einen Schwellenhalbschiene aufruht (s. Abb. 56, Taf. XIV). Die Spurrille ist hierbei verbreitert, so dafs die Tiefe 40 **mm**, die Breite 60 **mm** erreicht. Die Halbschiene hat bei 150 **mm** Schienenhöhe ein Gewicht von 18,5 **kg**, der Oberbau wiegt 130 **kg/m**. Diese Oberbauform wurde zuerst im Jahre 1885 beim Bau des Berliner Packhofes hergestellt; dieselbe hat sich dort gut bewährt, zumal nur niedrige Pflastersteine für die Einpflasterung zur Verwendung kamen, welche auf dem breiten Fufs der Schiene ein gutes Auflager fanden.[38])

Eine naheliegende Vereinfachung der dreiteiligen Oberbauanordnung (Leitschiene und zweiteilige Schwellenschienen) ergab sich durch Verwendung des inzwischen auf Hauptbahnen mit Erfolg angewendeten Blattstofses, indem man die Leitschiene mit gekröpftem Fufse beibehielt und unter Aufgeben der zweiteiligen Schwellenschienen auf die einteilige Fahrschiene und zwar entweder symmetrisch mit dickem Steg und Blattstofs oder unsymmetrisch mit sogenannten Wechselstegschienen zurückgriff.

Ein Oberbau mit einteiliger Fahrschiene und Leitschiene wurde z. B. auf der elektrisch betriebenen Essener Strafsenbahn verwendet, und dabei eine eigentümliche Keilstofsanordnung zur Ausführung gebracht (s. Abb. 57, Taf. XIV).[39]) Die am Fahrschienenstofs (mit Dicksteg-Überblattung) zwischen Schienenkopf und Fufs sich einpressenden Laschen bleiben dadurch stets in ihrer festen Anlage gesichert, dafs zwischen die keilförmige Innenlasche und die Leitschiene von oben Keile eingesetzt werden, die durch die Wirkung der Radflanschen der Strafsenbahnfahrzeuge in festem Anzug erhalten werden. Ein Nachziehen der Laschenschrauben an den Stöfsen ist daher nicht erforderlich.

Bezüglich der Wechselstegverblattung ist folgendes zu bemerken: Um den Vorteil der Stofsverblattung der zweiteiligen Schwellenschiene beibehalten zu können, wurde zuerst von Vietor[40]) eine Wechselstegverblattung vorgeschlagen, wobei der Schienensteg um seine halbe Stärke aus der Schienenachse seitlich verschoben wird, und je zwei aufeinanderfolgende Schienen sich mit ihren Stegen seitlich überblatten. Die Verblattung am Stofs wird in der Art hergestellt, dafs an beiden Schienenenden je auf

---

[38]) A. Haarmann, Die Eisenbahn-Geleise. 2. Teil, 1902, S. 723.

[39]) Eisenbahnbau der Gegenwart, S. 271, Abb. 298.

[40]) Blum, Der Eisenbahnbau der Gegenwart. 1897, S. 263.

die Länge der Verblattung die Hälfte des Kopfes und Fufses der Schiene ausgefräst wird, und die Schienen dann zusammengestofsen werden, wodurch auf die Länge der Verblattung zwei unversehrte volle Stege nebeneinanderstehen, während Kopf- und Fufsbreite der Schienen unverändert bleibt (s. Abb. 98 u. 99).

Abb. 98. *Anordnung der Wechselsteg-Verblattung.* M. 1 : 5.

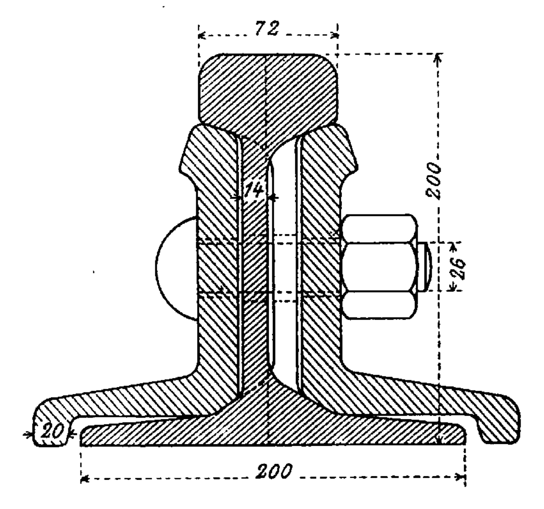
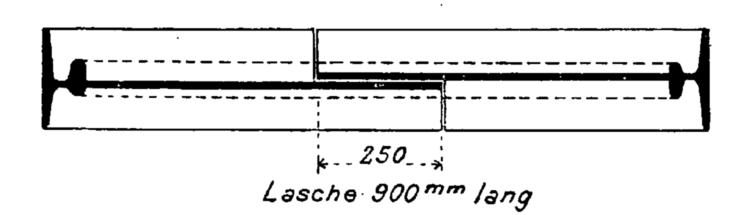


Abb. 99. *Grundrifs der Wechselsteg-Verblattung.* M. 1 : 20.



Der Vorteil der Anordnung besteht darin, dafs am Stofs eine Verminderung des Trägheitsmomentes der Schiene nicht stattfindet, und dafs die vom Schienenkopf in der Überblattung stehen bleibenden Stücke durch den darunter liegenden vollen Steg eine sehr wirksame (weil fast zentrische) Unterstützung erhalten.

Ein derartiger Oberbau mit Leitschiene und Wechselstegfahrschienen ist z. B. seit der Mitte der 90er Jahre bei der Grofsen Berliner Strafsenbahn zur Ausführung gekommen (s. Abb. 59, Taf. XIV). Die Fahrschiene wog 32 **kg**, der Oberbau 110 **kg/m**, die Stöfse wurden durch Laschen mit einem unteren wagerechten Flansch gedeckt (s. Abb. 101).

Abb. 100 bis 105. *Haarmann'scher Wechselstegschienen-Oberbau in Stuttgart.* M. 1 : 5.

Abb. 100.

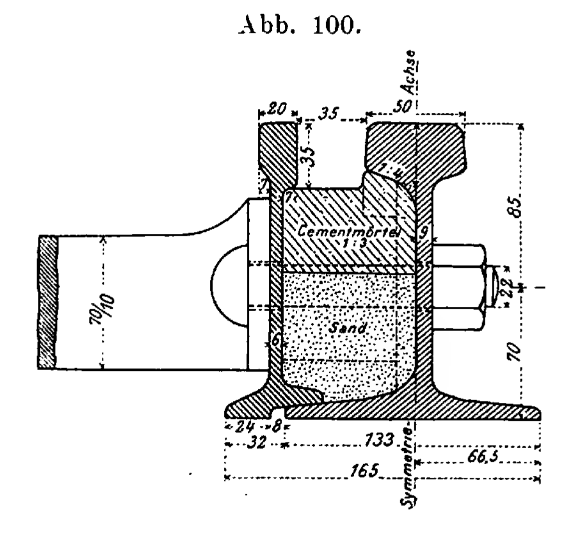



Abb. 101. *Verlaschung.*

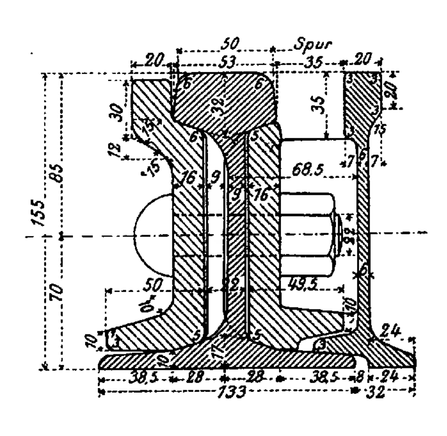
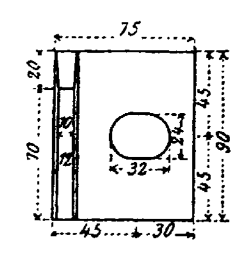
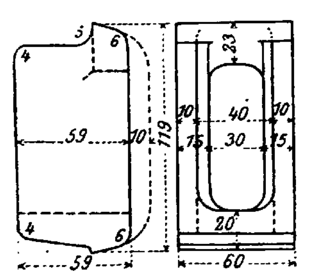


Abb. 102 u. 103. *Einzelheiten der Verlaschung.* M. 1 : 5.





Die Abb. 100 bis 105 stellen diesen Oberbau mit seinen Einzelheiten dar, wie er in Stuttgart angewendet ist. Abb. 100 zeigt den Querschnitt der Fahrschiene und Leitschiene, sie wiegen bei 155 **mm** Höhe 31,3 bezw. 14,3 **kg** f. d. lfd. **m**, die Spurkranz-

Abb. 104. *Grundrifs.* M. 1 : 10.

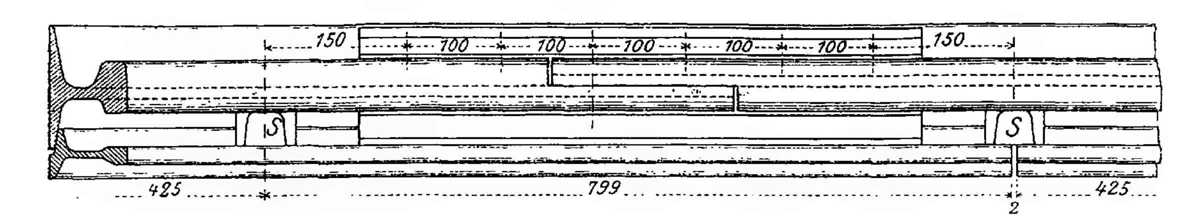
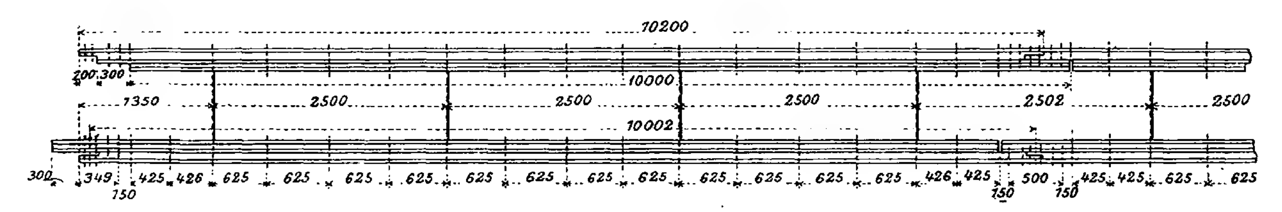


Abb. 105. *Gleisanordnung.* M. 1 : 100.



rille ist 35 mm weit, der Raum zwischen den Schienen ist unten mit Sand, oben bis 35 mm unter Schienenoberkante mit Zementmörtel 1 : 3 ausgefüllt, die Querverbindungen bestehen wie sonst aus Flacheisen in 2,5 m Abstand von 70/10 mm Stärke, die Schienenlänge beträgt 10,0 m. Die Wechselstegverblattung ist aus Abb. 104 ersichtlich, die Schienenenden sind auf 200 mm Länge ausgefräst, jede Schienenhälfte erhält auf diese Länge die halbe Kopfbreite, aber infolge des unsymmetrischen Querschnitts der Schiene die volle Stegdicke, so dafs die Verschwächung des Schienenquerschnitts an der Überblattungsstelle möglichst ausgeglichen ist. Die Form der am Stofs angebrachten Laschen ist aus Abb. 101 ersichtlich; dieselben haben eine Länge von 600 mm und sind durch sechs Bolzen miteinander verbunden, von denen zwei an der Überblattungsstelle angebracht sind. Der Stofs der Leitschienen ist gegen den Stofs der Fahrschienen um 0,30 m versetzt (s. Abb. 105). Die Verbindung zwischen Schiene und Leitschiene geschieht durch Gufsklötze, welche am Schienenstofs in Abständen von 425 mm, sonst in Abständen von 625 mm angebracht sind (s. Abb. 103). Die Befestigung der Verbindungsstangen zeigt Abb. 102.

Der nächste Schritt in der Verbesserung des Haarmann'schen Oberbaues bestand darin, dafs die Leitschiene mit einer horizontalen Rippe zur Ausbildung der Spurkranzrille versehen wurde (s. Abb. 60, Taf. XIV). Diese Rippe legt sich gegen die Innenlaschen und gibt so der Leitschiene im übrigen eine erhöhte Steifigkeit gegen Seitenkräfte. Vorteilhaft ist hierbei die leichte Reinigungsmöglichkeit der Spurrillen.

Die letzterwähnte Oberbau-Anordnung, deren Einzelheiten in den Abb. 106 bis 109 dargestellt sind[41]), hat in Frankfurt a. M. im Jahre 1901 Anwendung gefunden.

War bei dieser Bauart die Spurrille, wenn auch durch die Rippe der Leitschiene unten metallisch abgeschlossen, so doch nach der Fahrschiene hin noch offen, und bedurfte es so einer Abdichtung an dieser Stelle durch Ausgiefsung des Hohlraumes zwischen der Fahrschiene und der Leitschiene mit Asphalt oder Zementmörtel, so hat neuerdings der Haarmann-Oberbau eine erhebliche Verbesserung dadurch erfahren, dafs die Leitschiene mit ihrer oberen Rippe sich unmittelbar unter den entsprechend verstärkten Kopf der Fahrschiene legt, so dafs auf diese Weise eine vollständig abgeschlossene Spurrille entsteht.

---

[41]) Die Zeichnungen über den Haarmann'schen Oberbau sind den vom Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, Osnabrück mitgeteilten Katalogen und Beschreibungen entnommen.

Abb. 106 bis 108. *Haarmann'scher Wechselstegschienen-Oberbau in Frankfurt a. M.*

Abb. 106. *Seitenansicht.* M. 1 : 10.

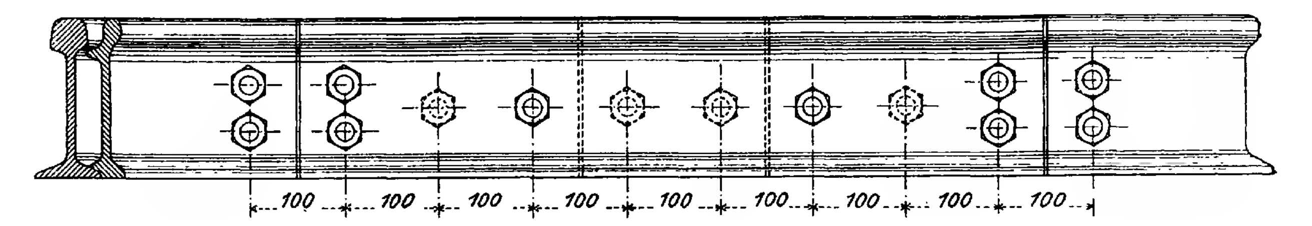


Abb. 107. *Grundrifs.* M. 1 : 10.

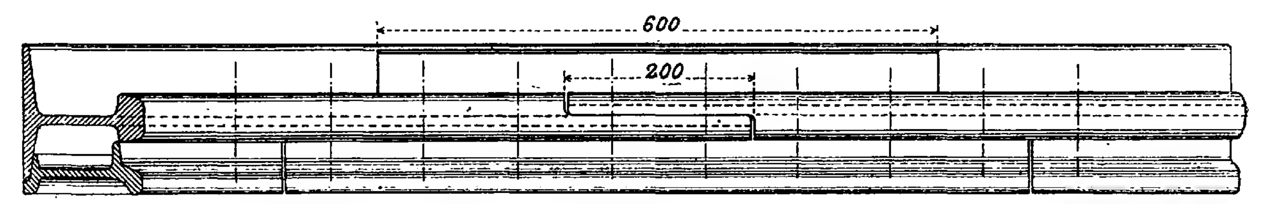


Abb. 108. *Querschnitt der Verlaschung.* M. 1 : 5.

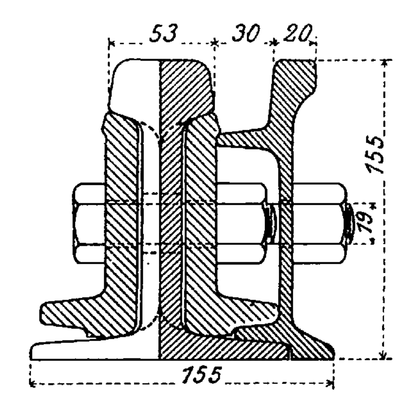
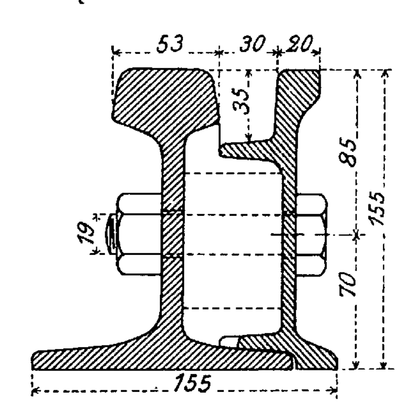


Abb. 109. *Querschnitt der Schienen.* M. 1 : 10.



Überdies hat dabei die Leitschiene eine für die statischen Verhältnisse weit günstigere Form dadurch erhalten, dafs ihr Steg, welcher bisher unter der Zwangrippe angeordnet war, nunmehr seitlich unter die Leitkante der Fahrschiene verschoben ist und unmittelbar auf dem Schienenfufs der letzteren aufsitzt, wodurch erzielt wird, dafs die Leitschiene mit zur Übertragung der Radlast auf den Schienenfufs beiträgt.

Diese wesentlich verbesserte Ausführung, welche im übrigen noch den Vorteil aufweist, dafs das Gewicht des Oberbaues erheblich verringert wird, so dafs das als Nachteil des Haarmann-Oberbaues gegenüber dem Phönix-Oberbau mit geschlossener Rille vielfach hervorgehobene gröfsere Gewicht und die höheren Kosten nicht mehr von so schwerwiegender Bedeutung sind, ist in Abb. 110 dargestellt und zeigt das vom Verein Deutscher Strafsenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen im Jahre 1909 angenommene Normalprofil für zweiteilige Rillenschienen[42]), welches in 4 verschiedenen Gröfsen zur Einführung gelangt ist.

Abb. 110. *Normalprofil für zweiteilige Rillenschienen, Bauart Haarmann.*

Die Unterschiede der vier Normalprofile sind in nachstehender Tabelle gekennzeichnet.

[42]) Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 961.

Tabelle V. **Normalprofile für zweiteilige Rillenschienen.**

Normalprofil	Gewicht	Einzelgewicht der Fahrschiene	Einzelgewicht der Leitschiene	Widerstandsmoment der Fahrschiene	Widerstandsmoment der Leitschiene	Höhe h	Fufsbreite b	Gesamte Kopfbreite d	Breite c des Fahrkopfes	Höhe k des Fahrkopfes	Rillenweite w	Rillentiefe t	Flanschbreite f der Leitschiene	Stegstärke s
	kg/m	kg/m	kg/m	cm³	cm³	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
I	48,4	33,3	15,1	182,7	44,3	150	140	98	47	35	31	35	20	8
II	56,1	39,5	16,6	223,7	49,4	160	150	102	51	40	31	40	20	9
III	65,6	46,2	19,4	252,2	70,2	160	180	112	56	40	31	40	25	10
IV	68,2	47,8	20,4	307,6	97,7	180	180	112	56	40	31	40	25	10

6. Die Stofsverbindung der zweiteiligen Rillenschienen des Haarmann'schen Oberbaues. Bei dem älteren Haarmann'schen Oberbau, den Zwillingschienen, wurden einerseits die Fahrschienen und andererseits, um 0,50 **m** gegen diese versetzt, die Leitschienen durch kurze Stumpfstofslaschen von 160 **mm** Länge, welches Mafs später auf 330 **mm** vergröfsert wurde, verlascht, wie Abb. 111 u. 112[43]) zeigen, dabei kamen Laschenbolzen von nur 15 **mm** Stärke, welche zu 4 bezw. 8 Stück paarig übereinander angeordnet wurden, zur Anwendung.

Abb. 111 u. 112.

Ältere Stofsverbindungen f. Haarmann'sche Zwillingschienen. M. 1 : 12.

Abb. 111. *Mit 160 mm langen Laschen.*

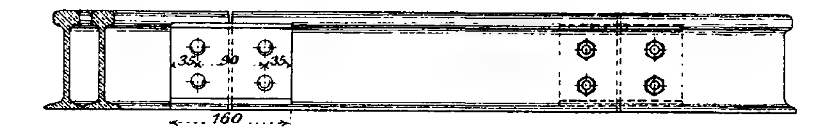
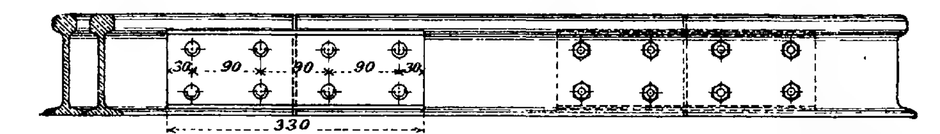


Abb. 112. *Mit 330 mm langen Laschen.*



Bei den späteren Ausführungen wurde der versetzte Stofs der Fahrschienen und Leitschienen wegen der umständlichen Verlegung der Schienen aufgegeben und eine Art „Universalstofs" eingeführt, wobei, wie bereits bei Abb. 97 erwähnt, die Fahrschiene allein eine Stumpfstofsverbindung erhielt, und die Leitschiene so unterteilt war, dafs dieselbe an der Stofsstelle als Pafsstück von kurzer Länge mit der Fahrschiene verschraubt wurde. Von einer Verlaschung der Leitschienen untereinander wurde dabei ganz abgesehen.

Ähnlich wurden auch bei dem in Abb. 57, Taf. XIV, dargestellten „Keillaschenstofs" nur die Fahrschienen, welche mit Dicksteg-Überblattung gestofsen wurden, mittels Laschen verbunden.

Als dann die Wechselstegschiene zur Einführung gelangte, wurden die Stofsverbindungen derart ausgeführt, dafs Kopf und Fufs auf die Überblattungslänge der Stege von 200 **mm** halb abgeschnitten und die Schienen mittels Innen- und Aufsenlaschen von 600 **mm** Länge mit 6 Laschenbolzen (s. Abb. 106 u. 107) verbunden wurden, während die Leitschiene ohne besondere Verlaschung unter Verwendung von Zwischenstücken, bezw. wie in Abb. 108 dargestellt, gegen die Innenlasche abgestützt, seitlich angeschraubt wurde.

Bei den neueren Ausführungsformen des Haarmann-Oberbaues, den Normalprofilen nach Abb. 110, wird die Wechselsteg-Überblattung nur noch auf 50 **mm** Länge vorgenommen und die Stofsverbindung mittels 1000 **mm** langen Laschen mit 8 Bolzen von

[43]) Die Abb. 111 bis 116 sind dem Katalog des Georgs-Marien-Bergwerks- u. Hütten-Vereins Osnabrück entnommen.

26 mm Stärke nach Abb. 113 ausgeführt. Dabei dient die Leitschiene selbst als Innenlasche, und zwar wird sie auf die Länge der Stofsverbindung durch eine entsprechend tragfähiger gestaltete, der sonstigen Leitschiene ähnliche Lasche ersetzt. Dieser Stofs ist in Abb. 114 dargestellt. Bemerkenswert ist hierbei unter anderem auch die besondere Form der Aufsenlasche, welche nach Art der Stofsfanglasche bis zum Schienenkopf hochgeführt wird, eine Anordnung, welche sich für Strafsenbahnen zumal bei schmalen Radreifen kaum empfehlen dürfte. Zweckmäfsiger scheint es, für die Aufsenlasche eine gewöhnliche Stumpfstofslasche zu verwenden und diese, wie oben (vergl. Laschenschweifsung auf S. 481) beschrieben, nebst der Innenlasche mit dem Schienenkopf und Schienenfufs zu verschweifsen, oder aber die Aufsenlasche als „Melaun-Lasche" auszubilden, wie es z. B. mit Erfolg bei der Berlin-Charlottenburger Strafsenbahn geschehen ist. In neuester Zeit hat der Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein Osnabrück den zweiteiligen Blattstofs-Oberbau für Strafsenbahnen insofern noch verbessert, als die Leitschiene, wie Abb. 115 zeigt, mit ihrem Steg dicht an den Schienensteg herangeführt ist, so dafs sie auch an der Stofsstelle neben der Schiene durchlaufen kann. Die Verlaschung erfolgt dann nach Abb. 116 ähnlich dem einteiligen Rillenschienen-Oberbau.

Abb. 113. *Stofsverbindung des zweiteiligen Normalprofils.* M. 1 : 18.

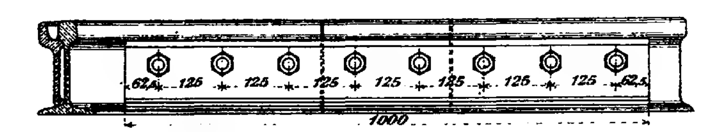


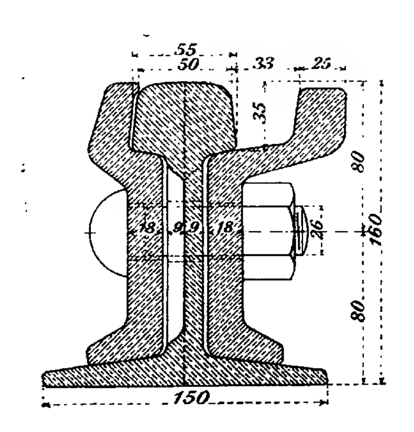
Abb. 114. *Wechselsteg-Stofs mit Zwangschiene und hochgeführter Aufsenlasche.* M. 1 : 5.

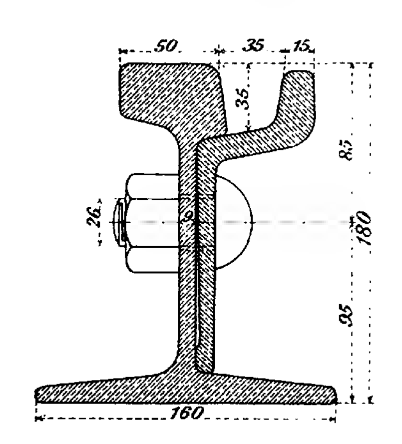


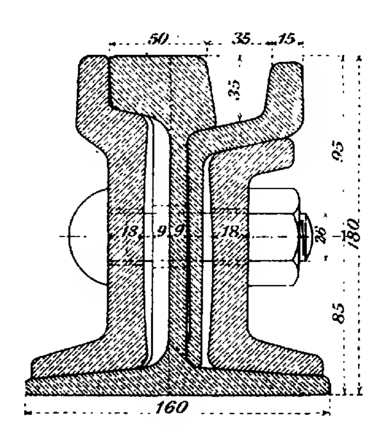
Abb. 115 u. 116. *Neuester Haarmann-Oberbau mit vereinfachter durchlaufender Zwangschiene.* M. 1 : 5.



Abb. 115. *Querschnitt.* Abb. 116. *Stofsanordnung.*







7. Vergleich der einteiligen Phönix-Rillenschiene mit der zweiteiligen Haarmann-Rillenschiene. Der einteilige Phönix-Oberbau hat vor dem zweiteiligen Haarmann-Oberbau den Vorzug gröfserer Einfachheit und Billigkeit, der ihm auch zu seiner weiten Verbreitung verholfen hat. Wie indessen ein Vergleich der neuesten Oberbauformen nach den für die gleichartigen Oberbau-Normalien des Vereins Deutscher Strafsenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen geltenden Tabellen IV und V zeigt, ist der Unterschied in den Gewichten und damit in den Preisen bei weitem nicht mehr so erheblich wie in früherer Zeit, und zwar beträgt der Gewichtsunterschied der deutschen Normalprofile je nach Gröfse der Schienen 13 bis 18 % bezw. unter Berücksichtigung der Gewichte der Laschen, Spurstangen und des Kleineisenzeuges im Durchschnitt etwa 10 % und bei der neuesten Ausführung nach Abb. 115 noch weniger, während bei den älteren Leitschienen der Haarmann-Oberbau im Verhältnis weit schwerer war.

Wird nun berücksichtigt, dafs für die Leitschienen des Haarmann-Oberbaues ein Material von geringerer Festigkeit — und daher auch von geringerem Preise — Verwendung finden kann, so verringert sich der Gesamtpreis bei dem letzteren derart, dafs trotz des höheren Gesamtgewichtes ein erheblicher Preisunterschied kaum noch besteht.

Die früher mit Recht hervorgehobenen Nachteile des Haarmann-Oberbaues bezüglich seiner vielen Einzelteile, welche die Zusammensetzung und Auswechselung erschweren, liegen bei den neuesten Oberbau-Anordnungen nicht mehr in gleichem Mafse vor, zumal die Haarmann-Schienen in ihren laufenden Längen zusammengesetzt geliefert werden und die Verlaschung mit der als Innenschiene dienenden Leitschiene leicht vorgenommen werden kann.

Bezüglich der statischen Verhältnisse wurde früher die Phönix-Schiene gegenüber der Haarmann-Schiene als weniger zweckmäfsig bezeichnet, weil, wie oben erwähnt, bei ersterer die Spurrille so eingewalzt wurde, dafs der Fahrkopf nicht durch den Schienensteg ausreichend unterstützt war. Dieser Nachteil ist bei den neueren Phönix-Rillenschienen beseitigt worden, und die geringe Exzentrizität der Drucklinie gegenüber der Schwerachse weicht nicht mehr erheblich von derjenigen bei der Haarmann-Wechselstegschiene ab, so dafs beide Oberbauarten bezüglich ihrer statischen Verhältnisse im wesentlichen als gleichwertig angesehen werden können.

Schliefslich wird dem Haarmann-Oberbau als Vorteil angerechnet, dafs eine etwaige Spurrillenerweiterung in Kurven leicht mittels geeigneter Zwischenlagen vorgenommen werden kann, während bei dem Phönix-Oberbau für solche Kurven besondere — und wegen der besonderen Walzung und des höheren Gewichtes teurere — Kurvenschienen Verwendung finden müssen (s. die Normalprofile in Abb. 53 u. 54).

Schliefslich wird als überwiegender Vorteil für die Phönix-Rillenschiene deren geschlossene Rillenform hervorgehoben, welche den Wasserzutritt zur Schienenbettung besser hindert, als die mehr oder weniger offene Rillenform der Haarmann-Schiene, obwohl auch hier die neueste in den Normalien enthaltene Rillenausbildung als bei weitem nicht mehr so ungünstig wie früher zu erachten ist.

Werden alle verschiedenen Gesichtspunkte in Betracht gezogen, so kann man im allgemeinen die beiden Oberbauarten als nahezu gleichwertig bezeichnen. Man wird je nach den örtlichen Verhältnissen zu prüfen haben, welcher Oberbauart nach den technischen und wirtschaftlichen Verhältnissen der Vorzug zu geben ist.

Handelt es sich beispielsweise um eine Strafsenbahn, welche gröfstenteils nebenbahnähnlich mit besonderem Bahnkörper anzulegen ist, und bei der nur auf kürzere Strecken (bei Wege-Überführungen oder in Ortschaften) eine geschlossene Spurrille notwendig ist, so kann der Haarmann-Oberbau mit Wechselstegschienen ohne bezw. mit Leitschiene als recht zweckmäfsig bezeichnet werden.

Sind dagegen Strafsenbahngleise in Grofsstadtstrafsen mit Beton-Einbettung in Asphaltstrafsen u. s. w. zu verlegen, wo ein etwaiger Wasserzutritt in die Bettung möglichst zu vermeiden ist, so dürfte der geschlossenen Phönix-Rillenschiene der Vorzug zu geben sein, während in Chausseen und Steinpflasterstrafsen, wo mit einer gewissen Versickerung des Niederschlagwassers gerechnet werden mufs, beide Oberbauarten bei sonst gleichen Verhältnissen als gleichwertig angesehen werden können.

8. Gleismaterial und Lieferungsbedingungen. Für Strafsenbahnschienen kommt zur Zeit fast ausschliefslich Flufsstahl zur Anwendung und zwar je nach der Herstellungsweise Siemens-Martin-Stahl, Bessemer-Stahl oder Thomas-Stahl. Für Rillenschienen einteiliger Bauart sind alle drei genannten Stahlsorten gebräuchlich, und man

schätzt zur Zeit in Mitteleuropa die Verteilung derart, dafs von den daselbst verlegten Rillenschienen etwa 50% aus Thomas-Stahl, 32% aus Bessemer-Stahl und 18% aus Siemens-Martin-Stahl bestehen.

Mafsgebend für diese Verteilung dürfte indessen nicht etwa eine verschiedenartige Bewertung der drei Stahlsorten, sondern die Herstellungsweise der einzelnen Lieferungswerke sein; und da z. B. in Deutschland die Mehrzahl der in Betracht kommenden Rillenschienen-Walzwerke Thomas-Stahl verarbeiten, so ergibt sich von selbst die höhere Beteiligungsziffer dieses Materiales. Auch ist die letztere im übrigen noch von der durch den Stahlwerksverband festgesetzten Lieferungsverteilung auf die einzelnen Werke abhängig, und mufs daher das Verteilungs-Verhältnis als ein zufälliges angesehen werden, zumal nicht ersichtlich ist, warum der Thomas-Stahl beispielsweise dem Siemens-Martin-Stahl vorzuziehen sei; wird doch gerade der letztgenannten Stahlart ihrer durch den Mischprozefs begründeten gleichartigen Eigenschaften wegen neuerdings in Amerika vielfach vor den anderen Stahlarten der Vorzug gegeben.

Für mehrteilige Rillenschienen des Haarmann-Oberbaues kommt ausschliefslich Bessemer-Stahl zur Verwendung, weil ebenso zufällig das betreffende Lieferungswerk (Georgs-Marien-Hütte, Osnabrück) diese Stahlart vorzugsweise verarbeitet.

In neuester Zeit werden Schienen (wenn auch zunächst nur Vignoles-Schienen) auch aus „Elektrostahl“ hergestellt, einem auf elektrischem Wege gereinigten Stahl der vorgenannten drei Arten, welcher in elektrisch beheizten Öfen besonderer Bauart gereinigt und entgast wird. Der „Elektrostahl“ ist zwar zur Zeit noch wegen der hohen Kosten, welche etwa 40% höher sind als für gewöhnlichen Stahl, wenig eingeführt, dürfte indessen bei weitergehender Verbesserung der Herstellungsweise auch für Rillenschienen gewisse Bedeutung erlangen.

Was die chemische Zusammensetzung des Schienenstahles anlangt, so richtet sich das Mischungsverhältnis nach den verlangten Eigenschaften des Stahles bezüglich der Härte, Festigkeit und Dehnung und ist im übrigen von der besonderen Herstellungsweise abhängig.

Über die als zulässig erachteten Beimengungen an Kohlenstoff, Mangan, Silizium, Phosphor und Schwefel bestehen daher auch abweichende Vorschriften. Von den hierfür in Betracht kommenden Normen seien u. a. die nachstehenden angegeben:

Tabelle VI.
Verhältnis der zulässigen Beimengungen für Strafsenbahn-Schienenstahl.

	Deutsche Normen			Englische Normen des Comités engl. Ingenieure	Amerikanische Normen der Stadt Chicago 1898
	Thomas-Stahl (Phönix A.-G.)	Bessemer-Stahl (Georgs-Marienhütte)	Elektrostahl (Röchling-Werke)		
	%	%	%	%	%
Kohlenstoff	0,42—0,52	0,25—0,45	0,50	0,40—0,55	0,65—0,85
Mangan	0,60—0,75	0,60—0,80	0,80—1,00	0,70—1,00	0,60—0,85
Silizium	0,12—0,18	0,35—0,50	0,20	< 0,10	0,08—0,25
Phosphor	< 0,08	< 0,085	0,05	< 0,08	< 0,04
Schwefel	< 0,08	—	0,05	< 0,08	< 0,05

Die Eigenschaften, welche der Schienenstahl je nach dem Prozentverhältnis dieser Beimengungen erhält, sind folgende:

Kohlenstoff ist ein wesentlicher Bestandteil zur Erhöhung der Härte des Stahles,

Mangan verursacht ein dichtes sehniges Gefüge und erhöht die Härte des Stahles bedeutend,

Silizium ist als Rückstand aus der Roheisengewinnung dem Stahl beigemengt und ist seiner meist unregelmäfsigen Verteilung wegen nicht günstig,

Phosphor mufs nach Möglichkeit aus dem Stahl entfernt werden, da er ihn „kaltbrüchig“ macht,

Schwefel andererseits verursacht, dafs der Stahl „rotbrüchig“ wird.

Es wird demgemäfs, wie auch aus den Normen der Tabelle VI ersichtlich ist, dahin gestrebt, den Gehalt an Silizium, Phosphor und Schwefel soweit als irgend möglich herabzusetzen.

Neuerdings sind Versuche unternommen worden, den Stahl durch besondere Zusätze wie Nickel, Chrom, Ferrotitan und besonders Mangan (in höherem Prozentsatz als bisher üblich, bis zu 10 %) verschleifsfester zu machen. Von diesem „Spezialstahl“, der naturgemäfs einen erheblich höheren Preis aufweist, als die Stahlsorten gewöhnlicher Mischung, hat sich vorzugsweise der Manganstahl für diejenigen Oberbauteile, welche der Abnutzung sehr ausgesetzt sind, wie Herzstücke, Kreuzungen, Kurvenschienen (bezw. Kurven-Leitschienen) u. s. w. gut bewährt. Derartige Ausführungen sind in England und Amerika vielfach in Gebrauch, haben aber auch auf dem europäischen Festlande in neuester Zeit mit Erfolg Eingang gefunden.

Bei der Herstellung des Schienenstahles ist es von besonderer Wichtigkeit, dafs die zur Erhöhung der Härte beitragenden Beimengungen eine möglichst feine Verteilung im Stahlmaterial erhalten, um ein gleichmäfsiges Gefüge und gleichartige Eigenschaften der Schienen zu gewährleisten. In dieser Hinsicht dürfte das Siemens-Martin-Verfahren der Stahlgewinnung in Flammöfen wegen der länger dauernden und daher besseren Durchmischung der Stoffe dem Bessemer- und Thomas-Verfahren vorzuziehen sein.

Sind diese Hartstoffe nicht ausreichend gelöst, so besteht die Gefahr, dafs dieselben beim Erkalten des Schienenstahles sich in massigen Teilchen aussondern (sogenannte „Saigerungen“). Hierin scheint u. a. eine der Hauptursachen der Riffelbildung der Schienen zu suchen zu sein. Bei dem Walzvorgang erfährt das Walzgut — zumal wenn es sich um Schienen von stärkerem Profil und gröfserer Länge handelt — eine nicht unerhebliche Abkühlung; die Hartstoffe können dann, wenn keine ausreichend feine Verteilung vorliegt, leicht „aussaigern“ und werden bei dem hin und hergehenden Abwalzen der Schienen in dichteren Mengen in der Walzhaut festgewalzt. Sie bilden dann auf der Schienenoberfläche härtere Stellen, welche der Abnutzung widerstehen, und die Schiene wird zwischen diesen Hartstellen ausgefahren; es entstehen die gefürchteten Riffeln.[44])

Bei den für das Strafsenbahn-Gleismaterial mafsgebenden Lieferungsbedingungen hat man früher im wesentlichen die für Eisenbahnmaterial geltenden Bestimmungen in Anwendung gebracht. Sehr mit Unrecht, denn es müssen an die Qualität des für Eisenbahnschienen bestimmten Stahles wesentlich andere Anforderungen gestellt werden, als für Strafsenbahnschienen. Bei der auf Einzelstützen (Querschwellen) gelagerten Eisenbahnschiene mufs auf eine hohe Biegungsfestigkeit bei entsprechender

[44]) Neben dieser verhältnismäfsig einfachen Erklärung der Riffelbildung sind zahlreiche anderen Hypothesen aufgestellt worden, welche die Ursachen in der Art der Schienenlagerung, der Bauart der Fahrzeuge u. a. mehr suchen. Es werden zur Zeit auf Veranlassung der Deutschen und Internationalen Strafsenbahn- und Kleinbahn-Vereine unter Mitwirkung der Walzwerke eingehende Versuche zur Klärung der Riffelfrage angestellt, deren Ergebnisse indessen leider noch nicht vorliegen.

Zähigkeit des Materiales geachtet werden, da die nachgiebig gelagerten Schienen im Betriebe „arbeiten" und wechselnden Beanspruchungen ausgesetzt sind. Die mehr oder weniger unnachgiebig in ganzer Länge auf der Bettung ruhende Strafsenbahnschiene dagegen erfährt, schon wegen ihres hohen Trägheitsmomentes bei erheblich geringeren Raddrücken, keine nennenswerten Biegungsbeanspruchungen, bei ihr kommt es in erster Linie auf eine ausreichende Härte des Fahrkopfes an, um bei der viel gröfseren Zahl der überrollenden Raddrücke die Abnutzung möglichst hintanzuhalten.

Während daher bei den Lieferungsbedingungen für Eisenbahnschienen mit Recht den Schlagproben zur Ermittelung der Zähigkeit grofse Bedeutung beigemessen wird, sind diese für Strafsenbahnschienen ziemlich belanglos, und wird hier der Kugeldruckprobe zur Ermittelung der Härte gröfserer Wert beigelegt.

Im übrigen pflegt man die Materialprüfung auf die Zugfestigkeit (unter gleichzeitiger Ermittelung der Dehnung) zu erstrecken, obwohl auch diese, ebenso wie die Schlagprobe, für Strafsenbahnschienen nur untergeordnete Bedeutung hat.

Als Lieferungsbedingungen für das im Strafsenbahnbau angewendete Gleismaterial gelten zur Zeit in Deutschland die vom Verein Deutscher Strafsenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen aufgestellten und auf Beschlufs der XII. Vereins-Versammlung in Hamburg 1909 eingeführten nachstehenden

Minimal-Bedingungen

für die

Lieferung von Schienen, Laschen, Querverbindungen, Schrauben, Schwellen, Unterlagsplatten und Klemmplatten.

(Diese Minimal-Bedingungen enthalten das Mindestmafs an Forderungen, welche bei Lieferungen dieser Art an die Werke zu stellen sind, wenn die Lieferung einwandfreien Materials gesichert sein soll. Mehrforderungen bedürfen besonderer Vereinbarung mit dem Lieferanten.)

§ 1. Rillenschienen.

Material.

1. Die Rillenschienen sind aus Flufsstahl herzustellen. Die Art der Herstellung sowie die chemische Zusammensetzung bleibt dem Lieferanten überlassen. Beides ist jedoch auf Verlangen dem Besteller bekannt zu geben.

Festigkeit, Zähigkeit und Dichtigkeit.

2. Das Material der fertigen Rillenschienen kann auf seine Festigkeit, Zähigkeit und Dichtigkeit untersucht werden. Als Mafsstab für die Festigkeit dienen Zerreifsproben und Druckproben. Als Mafsstab für die Zähigkeit dienen Schlagproben.

Die Dichtigkeit kann durch Ätzproben festgestellt werden.

Zu allen Proben sollen in der Regel abgeschnittene, fehlerfreie Enden benutzt werden.

3. Die Zugfestigkeit für Rillenschienen soll für Bahnen mit schwachem und mittlerem Betrieb mindestens 70 bis 80 **kg** und für Bahnen mit schwerem Betrieb mindestens 75 bis 85 **kg/qmm** betragen, bei mindestens 10% Dehnung.

Die Probierlänge der Stäbe soll 200 **mm** sein, die Dicke derselben 20 **mm**.

Bei den Druckproben, zu welchen Gufsstahlkugeln von 19 **mm** Dicke zu benutzen sind, soll bei einem Druck von 50000 **kg** die Eindrucktiefe nicht weniger als 3,0 **mm** und nicht mehr als 4,5 **mm** betragen.

Bei den Schlagproben beträgt die freie Auflage der Probestücke 1 **m**. Die Schläge des Fallbärs erfolgen auf die Mitte des betreffenden Schienenstücks und werden so lange fortgesetzt, bis die Durchbiegung bei Schienen bis zu einer Höhe von 160 **mm** bis 80 **mm** und bei höheren 60 **mm** beträgt. Das Fallmoment kann beliebig gewählt werden. Die probierten Stücke dürfen keinerlei Risse oder Brüche zeigen.

Profil und äufsere Beschaffenheit.

4. Die fertigen Schienen sollen von den vorgeschriebenen Mafsen der Schablonen oder der Zeichnung nicht mehr abweichen, als nachstehend angegeben ist. Der Unternehmer hat die zum Messen benötigten Werkzeuge zu stellen. In der Höhe dürfen die Schienen bis 160 **mm** Höhe Abweichungen bis zu $\pm$ 0,5 **mm** und höhere Schienen bis zu $\pm$ 0,75 **mm** zeigen, in der ganzen Kopfbreite bis zu $\pm$ 1 **mm**, in der Fufsbreite bis zu $\pm$ 2 **mm** bei Schienen mit Füfsen bis 160 **mm**. Bei Schienen mit Füfsen über 160 **mm** Breite sind Abweichungen bis zu 3 **mm** gestattet.

Bei mehrteiligen Rillenschienen dürfen die Abweichungen in der Fahrkopfbreite nur $\pm$ 0,5 **mm** betragen.

Prüfung.

5. Für die Prüfung der Schienen soll eine Menge bis zu $^1/_2$% der gesamten Lieferung zur Verfügung gestellt werden.

Entsprechen diese den vorgeschriebenen Bedingungen nicht, so wird aus derselben Schmelzung eine zweite und nötigenfalls eine dritte Probe gemacht; erweisen sich auch diese als ungenügend, so kann die betreffende Schmelzung von der Annahme ausgeschlossen werden. Die sämtlichen Schienen müssen deshalb die betreffenden Schmelzungsnummern tragen.

6. Die fertigen Schienen dürfen keine Fehler zeigen und müssen gerade gerichtet sein.

7. Das Wegmeifseln von Walzensplittern und Schalen ist gestattet, sofern dieselben nicht stärker als 1 **mm** sind und weder die Schienenenden, noch die Laufflächen einschliefslich der oberen seitlichen Abrundung des Kopfes davon berührt werden.

Lochung.

8. Die Löcher für die Laschenbolzen müssen gebohrt werden, alle anderen Löcher dürfen gestanzt werden. Der entstehende Grat ist sorgfältig zu entfernen. Die Löcher für die Laschenbolzen dürfen im Durchmesser Abweichungen bis zu $\pm$ 0,5 **mm** zeigen, diejenigen für die elektrischen Schienenverbinder bis zu $-$ 0,2 **mm**.

Länge der Schienen.

9. In der Länge dürfen die Schienen Abweichungen von $\pm$ 3 **mm** zeigen.

Kurvenschienen und Schienenteilungsplan.

10. Die Kurvenschienen sind auf Grund eines Kurvenbandes auf dem Werk zu biegen. Nach demselben ist auch ein Schienenteilungsplan auszuarbeiten, für dessen Richtigkeit das Werk verantwortlich bleibt.

In Kurven mufs eine Verminderung des Spurstangenabstandes gegenüber dem normalen Abstande in Geraden eintreten.

Die Anordnung der Schienenstöfse hat derart zu erfolgen, dafs die Verbindungslinie der gegenüberliegenden Stöfse genau winkelrecht zur Gleisachse steht.

Kennzeichnung.

11. Am Steg der Schienen ist das Hüttenzeichen und die Jahreszahl erhaben anzubringen, sowie die Schmelzungsnummer deutlich sichtbar aufzuschlagen.

Die Kurvenschienen sind entsprechend dem Kurvenbande mit weifser Ölfarbe zu zeichnen. Nummer, Halbmesser und Längen sind anzugeben.

Bei den teilweise gebogenen Schienen ist sowohl das Mafs des gebogenen, als des geraden Teils auf der Schiene zu vermerken. Die Köpfe der äufseren Kurvenschienen sind aufserdem weifs, die der inneren rot zu streichen. Gehören sie zu Weichen oder Kreuzungen, oder an sonst bestimmte Stellen der Strecke, so erhalten sie aufserdem ein Zeichen in roter Farbe, durch das ihre Bestimmung und der Ort ihrer Verwendung gekennzeichnet wird.

Ebenso ist auf Schienen, die kürzer als die normalen sind, ihre Länge mit grüner Ölfarbe aufzuschreiben.

Die zum Zusammenbauen der Gleise auf den Baustellen erforderlichen Teile, die abnormal sind, müssen an den Gufsteilen die entsprechende Bezeichnung erhaben tragen, z. B. abnormale Gufsklötze für Kurven die miteingegossene Zahl, welche die Stärke angibt.

Gewicht.

12. Mehr- und Mindergewichte sind bis zu 3% zulässig, jedoch wird nur bis zu $+$ 1% bezahlt.

Ist der Einheitspreis nach dem laufenden Meter Gleis berechnet, so entfällt eine Vergütung des Mehrgewichts.

Abnahme.

13. Falls eine Abnahme der Schienen stattfindet und die abgenommenen Schienen vom Abnehmer gestempelt werden, dürfen nur diese gestempelten Schienen verschickt werden.

Ersatz.

14. Ersatz kann auf Verlangen des Beziehers entweder in Geld oder durch neues Material erfolgen.

Gewährleistung.

15. Das Werk haftet für die Güte und Dauerhaftigkeit der Schienen auf die Dauer von 5 Jahren, für die Schwellen, das Kleineisenzeug und für Weichen und Kreuzungsteile auf die Dauer von 2 Jahren, vom Tage der Inbetriebnahme beginnend in der Weise, daſs dasselbe für alle während dieser Frist beim regelmäſsigen Betriebe infolge mangelhaften Materials, mangelhafter Arbeit oder Fabrikationsfehler schadhaft werdenden Teile (Schienen oder Zubehör) unentgeltlich bedingungsgemäſsen Ersatz zu leisten hat. Die Gewährleistung erstreckt sich nicht auf diejenigen Teile, die durch normalen Verschleiſs unbrauchbar geworden sind.

§ 2. Laschen, Querverbindungen.

Laschen.

1. Die Laschen sind entweder aus Fluſseisen oder aus Fluſsstahl herzustellen. Für Fluſseisen soll die Zugfestigkeit 40 bis 50 **kg** für das Quadratmillimeter betragen bei 20 % Dehnung, für Fluſsstahl 50 bis 60 **kg** bei 15 % Dehnung. Kopflaschen sind aus dem Material der Schienen und nach denselben Bedingungen herzustellen. Die Löcher der Laschen dürfen gestanzt werden. Die Unterschiede in der Lage der Löcher dürfen $\pm$ 0,5 **mm**, die Löcher für die elektrischen Rückleiter dürfen bis zu 0,2 **mm** kleiner, keinesfalls aber gröſser als vorgeschrieben, ausgeführt werden.

Besondere Toleranzen für die Höhe der Laschen werden nicht festgesetzt, jedoch müssen die Laschen auch unter Ausnutzung der in § 1, 4. für die Schienen festgesetzten Toleranzen unbedingt in dieselben passen.

Laschen für Kurvengleis.

2. Die Laschen für Kurvengleis müssen nach dem entsprechenden Krümmungshalbmesser der Schienen gebogen werden, und an denselben soll die nähere Bezeichnung der Kurve und des Krümmungshalbmessers ersichtlich sein.

Querverbindungen.

3. Die Querverbindungen und die Schrauben für die Laschen und Querverbindungen sind aus Fluſseisen herzustellen von 38 bis 50 **kg** Festigkeit bei 20 % Dehnung. Auf je 500 Stück Laschen, Querverbindungen und Schrauben kann eine Probe gemacht werden. Für diese Teile übernimmt der Lieferant eine Gewährleistung von zwei Jahren.

§ 3. Vignoles-Schienen.

Die Vorschriften für Vignoles-Schienen sind dieselben, wie vorstehend für Rillenschienen angegeben, mit dem Unterschiede, daſs für Bahnen

a) mit schwachem Betrieb die Zugfestigkeit für das Quadratmillimeter 60 bis 70 **kg**,
b) „ mittlerem „ „ „ „ „ „ 65 „ 75 „
c) „ schwerem „ „ „ „ „ „ 70 „ 80 „

betragen soll, bei einer Mindestdehnung von 15 bis 10 %.

Bei Schlagproben soll dementsprechend die Durchbiegung betragen

bei a) = 100 **mm**,
„ b) = 80 „ und
„ c) = 60 „

Bei der Druckprobe soll die Eindrucktiefe einer Kugel von 19 **mm** Durchmesser bei einer Belastung von 50000 **kg** nicht gröſser sein als

bei a) = 5,5 **mm**,
„ b) = 5,0 „
„ c) = 4,5 „

Ferner dürfen die Abweichungen von der vorgeschriebenen Breite des Schienenfuſses, und zwar bei Fuſsbreiten bis zu 120 **mm**, nicht mehr als $\pm$ 0,5 **mm** betragen.

§ 4. Schwellen, Unterlagsplatten, Klemmplatten und Schrauben.

Schwellen.

1. Die Schwellen und das zugehörige Kleineisenzeug sind aus Flufseisen herzustellen von 38 bis 50 **kg** Festigkeit für das Quadratmillimeter bei 20 % Dehnung.

Die Schienenlagerflächen der Schwellen müssen eben und glatt sein. Abweichungen in der Dicke von ± 0,5 **mm** sind zulässig. In der Länge der Schwellen sind Abweichungen von ± 20 **mm** zulässig, in der Höhe ± 2 **mm**, in der Breite ± 2 **mm**, in der Lage der Löcher ± 1 **mm** und in dem Durchmesser der Löcher ± 0,5 **mm**. Auf je 500 Stück kann eine Probe gemacht werden. Die Schwellen müssen sich kalt unter einem Hammer oder einer Presse in der Längsrichtung flach drücken und zu einer Schleife umbiegen lassen, deren Durchmesser 80 **mm** beträgt.

Unterlagsplatten und Klemmplatten.

2. Die Unterlagsplatten und Klemmplatten müssen eine ebene Auflagefläche haben und genau den vorgeschriebenen Mafsen entsprechen. In der Länge und Breite sind Abweichungen von ± 1 **mm** zulässig, in der Dicke von ± 0,5 **mm**, in der Länge der Löcher von ± 1 **mm** und in deren Durchmesser von ± 0,5 **mm**.

Schrauben.

3. Die Gewinde der Schrauben müssen sauber eingeschnitten sein. Der Lieferant übernimmt eine Gewährleistung von zwei Jahren.

§ 5. Lieferfrist.

Über die Lieferfristen finden besondere Vereinbarungen statt.

Wenn auch anerkannt werden kann, dafs durch die Einführung der vorstehend angegebenen Lieferungs-Bedingungen eine gewisse Einheitlichkeit in der Prüfung des Gleismateriales geschaffen worden ist, welche für die Lieferanten eine erhebliche Erleichterung in den Fabrikationsmethoden und für die Abnehmer eine grofse Vereinfachung in der Abnahmeprüfung bedeutet, so mufs doch hierzu bemerkt werden, dafs diese „Minimal-Bedingungen“ noch verbesserungsbedürftig sind, insofern als noch eine einwandfreie Prüfung der Verschleifsfestigkeit des Schienenstahles fehlt, auf welche nach den Vorbemerkungen gerade bei Strafsenbahnschienen besonders Wert zu legen ist.

Hierfür sind bereits mehrfach Anregungen gegeben und Versuche (z. B. mit rotierenden Schleifscheiben u. s. w.) gemacht worden, u. a. von Stanton, Samter, Price und Scheibe[45]), indessen liegen noch keine völlig befriedigenden Ergebnisse über diese Prüfungsart vor, so dafs noch weitere Erfahrungen abzuwarten sind.

Bemerkenswert sind schliefslich die auch in den „Minimal-Bedingungen“ bereits erwähnten (§ 1, 2. Abs. 2) Ätzproben zur Ermittelung des Gefüges des Schienenstahles, welche ziemlich zuverlässig Aufschlufs über den Grad der Gleichartigkeit des Materiales bezw. dessen Unreinheiten geben.

9. Der Zusammenbau des Strafsenbahngleises. Das betriebsfertige Strafsenbahngleis besteht aus den beiden zusammengehörigen Fahrschienen einteiliger oder zweiteiliger Bauart, welche mittels Laschenverbindung oder Verschweifsung fortlaufend verbunden werden. Zur Erhaltung der Spur werden Spurstangen aus Flacheisen (seltener Rundeisen) an den Schienenstegen der zusammengehörigen Schienen mittels Schraubenbolzen befestigt. Die Spurstangen von gewöhnlich 60 × 10 **qmm** Querschnitt sind an den Enden umgebogen und gelocht; sie werden unter Einfügung gelochter oder geschlitzter Zwischenlagen zur genauen Regelung der Spurweite angebracht und zwar bei Verlegung des Gleises in Schotter, Steinpflaster oder Asphalt mit hochstegiger Anordnung,

---

[45]) Dr.-Ing. Otto Müller, Der Einflufs der neuzeitlichen Verkehrssteigerung auf die Durchbildung und Gestaltung der Strafsenbahnschienen. Dresden 1910. S. 12.

bei Verlegung in Holzpflaster, falls es die Schienenhöhe zuläſst, besser flach in entsprechender Tieflage. Um Spurerweiterungen im Betriebe zu vermeiden, werden die Spurstangen neuerdings mit Hilfe eines oder zweier Gegenwinkel befestigt.

An einigen Orten, so besonders in England, pflegt man die Flacheisen-Spurstangen an den Enden, und zwar einerseits oder auch beiderseits mit Gewinde zu versehen und die Regelung der Spurweite mittels Schraubenmuttern unter Anwendung von Gegenmuttern zur Feststellung der Spur vorzunehmen.

Abb. 117 bis 119. *Nachstellbare Spurstangenbefestigung Bauart Phönix.* M. 1 : 5.

Abb. 117. Seitenansicht.

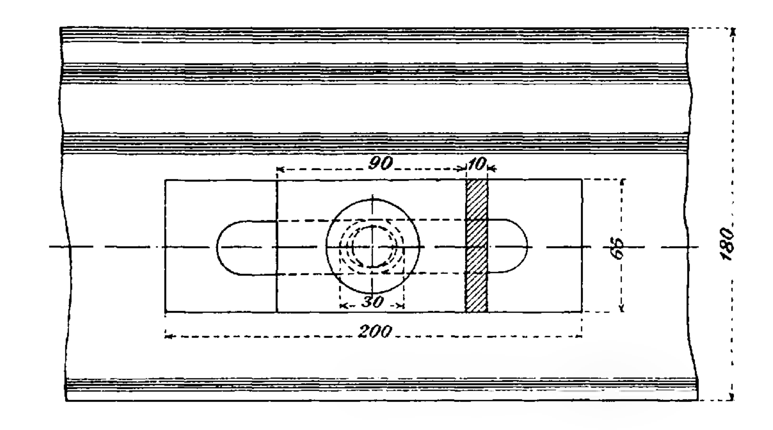




Abb. 118. Querschnitt.

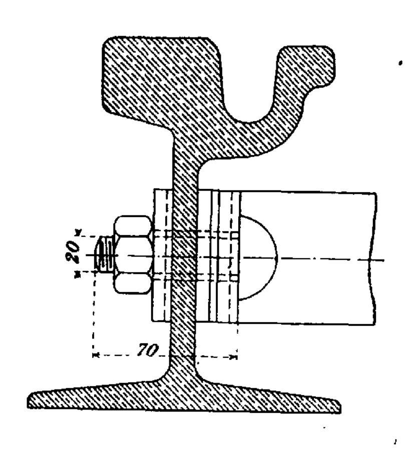
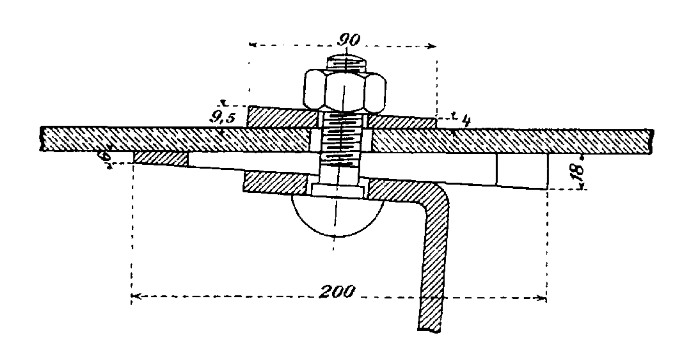


Abb. 119. Grundriſs.



Eine zweckmäſsige Ausführung der Spurstangenbefestigung hat die Aktien-Gesellschaft „Phönix“ seit einigen Jahren eingeführt, sie verwendet besondere, keilförmig gestaltete, geschlitzte Zwischenlagen (s. Abb. 117 bis 119), welche eine weit schnellere Regelung der Spurweite ermöglichen, als mit den gewöhnlichen flachen Zwischenlagen erzielt werden kann. Die Spurstangenbolzen erhalten dabei eine rechtwinklig zur Keilneigung gerichtete schräge Stellung und es werden daher auch keilförmige Unterlagplatten für die Befestigungsmuttern verwendet. Diese Bauart ist der genannten Firma durch D. R. P. Nr. 165231 geschützt.

Die Spurstangen werden im allgemeinen in Abständen von 1,50 bis 2,50 **m** angebracht. Dieses Maſs richtet sich nach der Länge der Schienen bezw. bei Kurvenschienen auch nach dem Halbmesser der Kurven.

Für die zur Zeit meist verwendete Normallänge der Schienen von 15 **m** hat der Ausschuſs B. des Vereines Deutscher Straſsenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen als Normalie für die Spurstangenanordnung den Abstand von den Schienenenden mit 675 **mm** und den Zwischenabstand der Spurstangen mit 1950 **mm** vorgeschlagen. Die Spurstangenlochung der Schienen selbst ist dabei nach Abb. 120 mit je zwei im Abstand von 90 **mm** gebohrten länglichen Löchern von 23 **mm** Höhe und 30 **mm** Länge ausgeführt, deren Mitten je nach dem betreffenden Schienenprofil 61 bis 73 **mm** über der Schienenunterkante liegen (s. das Maſs l in Abb. 120 gemäſs der Tabelle IV, S. 471). Die Spurstangenbolzen erhalten 22 **mm** Durchmesser.

Auch hinsichtlich der Lochung der Laschen und der Schienenenden sind von dem Ausschuſs B. des Deutschen Straſsenbahn- und Kleinbahn-Vereines Normalien vor-

geschlagen worden (s. Abb. 121 u. 122) wobei die Abstände der Laschenlöcher in den Schienen zu 60 mm vom Schienenende und 120 mm von Loch zu Loch gewählt wurden. Die zugehörigen Laschen sollen bei Verwendung von 6 Bolzen eine Länge von 750 mm erhalten, so dafs die äufsersten Laschenlöcher einen Endabstand von 75 mm haben. Die Laschenlöcher selbst erhalten eine längliche Form von 27/32 mm (vergl. Abb. 122).

Abb. 120. *Spurstangenlochung der Schienen.* M. 1 : 10.

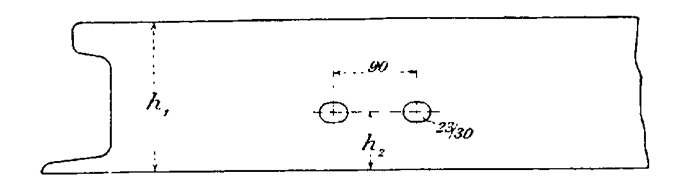


Abb. 121. *Laschenlochung der Schienen.* M. 1 : 10.

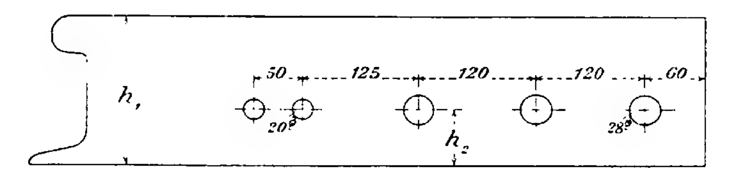
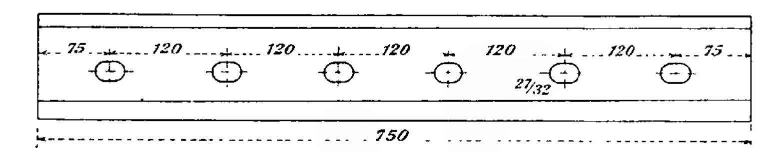


Abb. 122. *Lochung der Laschen.* M. 1 : 10.



Die beabsichtigte Einführung von Normen für die Lochung[46]) erstreckt sich schliefslich auch auf die elektrischen Kontaktverbindungen, wofür bei 6 bolzigen Laschen Löcher von 20 mm Durchmesser vorgesehen sind, deren je zwei an jedem Schienenende mit einem Abstande von 425 bezw. 475 mm vom Schienenende in gleicher Höhe wie die Laschenlöcher anzuordnen wären.

Bei 8 bolzigen Laschen, wie sie neuerdings für die schwereren Profile der Strafsenbahnschienen zur Einführung gelangt sind, ergeben sich entsprechend veränderte Abmessungen; so haben z. B. die Städtischen Strafsenbahnen in Berlin für ihr dem Normalprofil 4 ähnliches Schienenprofil von 180 mm Höhe und 150 mm Fufsbreite (54 kg Gewicht) Melaun-Laschen von 1000 mm Länge verwendet.

Für Laschen mit 8 Bolzen empfiehlt der vorgenannte Ausschufs B. eine versetzte Lochung, wodurch die Laschenlänge auf 840 mm verringert werden kann. Diese Anordnung dürfte indessen wegen der Schwächung des Schienensteges und wegen der Gefahr des „Aufreifsens“ zumal bei Verwendung von Kopflaschen kaum zweckmäfsig sein.

Über die für einen Gleisrahmen im ganzen benötigten Oberbaumaterialien geben nachstehende Zusammenstellungen Aufschlufs, welche zugleich die Verschiedenheit der Gewichte f. d. lfd. m Gleis bei Meterspur und Normalspur bezw. bei den üblichen Schienenlängen von 12, 15 und 18 m kennzeichnen. Die Tabelle VII bezieht sich auf ein als Beispiel gewähltes Schienenprofil von 160 mm Höhe und 130 mm Fufsbreite (Phönix 14 f. in Abb. 44, Taf. XIV), wie es bei der grofsen Berliner Strafsenbahn seit Jahren fast ausschliefslich verwendet worden ist. Die Schiene hat ein Trägheitsmoment $J = 2043$ und ein Widerstandsmoment $W = 222$; ihr Gewicht beträgt 51 kg f. d. lfd. m.

Unter Annahme gewöhnlicher Stumpfstofslaschen von 760 mm Länge ergibt die Tabelle VII den Materialbedarf und die bezüglichen Gewichte.

Das Gewicht des gesamten Oberbaues beträgt sonach je nach der Schienenlänge und Spurweite rd. 109,2 bis 111,5 kg f. d. lfd. m Gleis.

[46]) Die vom Ausschufs B. des Vereines Deutscher Strafsenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen vorgeschlagenen Lochungen von Schienen und Laschen sind bei der XIII. Vereinsversammlung in Berlin 1911 noch nicht endgültig beschlossen worden, da eine Übereinstimmung über die technische und praktische Bedeutung derselben im einzelnen nicht erzielt werden konnte.

Tabelle VII.

Materialbedarf und Gewichte des betriebsfertigen Strafsenbahn-Gleises.

1. Für 12 m Gleis sind erforderlich bei		1,000 m Spur	1,435 m Spur
24 lfd. m Schienen		rd. 1224,000 kg	rd. 1224,000 kg
2 Aufsenlaschen	760 mm	„ 36,080 „	„ 36,080 „
2 Innenlaschen	760 „	„ 29,216 „	„ 29,216 „
12 Laschenschrauben . . .	95 × 22 „	„ 6,960 „	„ 6,960 „
5 Spurstangen	60 × 10 „	„ 26,450 „	„ 36,690 „
10 Spurstangenschrauben .	60 × 22 „	„ 4,800 „	„ 4,800 „
10 Ausgleichplättchen . .	60 × 60 „	„ 0,500 „	„ 0,500 „
Gewicht von 12 m Gleis . . .		rd. 1328,006 kg	rd. 1338,246 kg
„ für 1 „ „ . . .		„ 110,667 „	„ 111,521 „

2. Für 15 m Gleis sind erforderlich bei		1,000 m Spur	1,435 m Spur
30 lfd. m Schienen		rd. 1530,000 kg	rd. 1530,000 kg
2 Aufsenlaschen	760 mm	„ 36,080 „	„ 36,080 „
2 Innenlaschen	760 „	„ 29,216 „	„ 29,216 „
12 Laschenschrauben . . .	95 × 22 „	„ 6,960 „	„ 6,960 „
7 Spurstangen	60 × 10 „	„ 37,030 „	„ 51,366 „
14 Spurstangenschrauben .	60 × 22 „	„ 6,720 „	„ 6,720 „
14 Ausgleichplättchen . .	60 × 60 „	„ 0,700 „	„ 0,700 „
Gewicht von 15 m Gleis . . .		rd. 1646,706 kg	rd. 1661,042 kg
„ für 1 „ „ . . .		„ 109,780 „	„ 110,736 „

3. Für 18 m Gleis sind erforderlich bei		1,000 m Spur	1,435 m Spur
36 lfd. m Schienen		rd. 1836,000 kg	rd. 1836,000 kg
2 Aufsenlaschen	760 mm	„ 36,080 „	„ 36,080 „
2 Innenlaschen	760 „	„ 29,216 „	„ 29,216 „
12 Laschenschrauben . . .	95 × 22 „	„ 6,960 „	„ 6,960 „
9 Spurstangen	60 × 10 „	„ 47,610 „	„ 66,042 „
18 Spurstangenschrauben .	60 × 22 „	„ 8,640 „	„ 8,640 „
18 Ausgleichplättchen . .	60 × 60 „	„ 0,900 „	„ 0,900 „
Gewicht von 18 m Gleis . . .		rd. 1965,406 kg	rd. 1983,838 kg
„ für 1 „ „ . . .		„ 109,189 „	„ 110,213 „

Es mag hierbei Erwähnung finden, dafs man zur Zeit eine Schienenlänge von 15 m für das gerade Gleis bevorzugt, wenn auch Schienen von 18 und 20, ja sogar von 24 m Länge bereits versuchsweise verlegt worden sind. Die Länge von 15 m empfiehlt sich mit Rücksicht auf die bequemere Bahnbeförderung und die leichtere Anfuhr und Verlegung, da gröfsere Längen zumal bei schwereren Profilen unhandlich sind.[47]) Auch liegt bei gröfseren Längen die Gefahr der Verbiegung der Schienen bei der Beförderung bezw. beim Umladen vor, und kann unter Umständen das auf der Baustelle bisweilen unvermeidliche Umdrehen der Schienen bei zu grofser Schienenlänge in schmalen Strafsen nur schwer vorgenommen werden.

Schliefslich mufs noch erwähnt werden, dafs auch walztechnische Schwierigkeiten der Verwendung einer zu grofsen Schienenlänge, besonders bei schweren Profilen, im

[47]) Eine 15 m lange Schiene des Profiles Phönix 14 f. wiegt bereits über 750 kg.

Wege stehen. Wenn auch die Beförderung und Auswalzung der Schienenstahlblöcke vermöge der verbesserten Einrichtungen der Walzwerke nicht so erhebliche Schwierigkeiten macht, so erfährt doch das Walzgut bei dem Walzprozefs eine unvermeidliche Abkühlung, welche desto gröfser ist, je länger die Schienen werden sollen. Dadurch aber wird das Auswalzen der Schienen in den letzten Stichen und das Einwalzen der Spurrille sehr erschwert, und — was besonders bedenklich ist — es können, wie oben erwähnt (s. S. 498), die in dem Schienenstahl etwa enthaltenen Hartstoffe (Saigerungen) sich leichter aussondern und durch das hin und hergehende Abwalzen der Schiene auf der Oberfläche zu einzelnen nahezu gleichmäfsig verteilten Hartstellen festgewalzt werden, wodurch dann später im Betriebe die bekannten „Riffeln“ entstehen.

Kann nach vorstehendem die Schienenlänge von 15 m als zweckmäfsig bezeichnet werden, so empfiehlt es sich, in Kurven je nach dem in Betracht kommenden Halbmesser kürzere Schienenlängen zu verwenden, da die Beförderung längerer Kurvenschienen, zumal bei kleinem Halbmesser, sehr unbequem ist. Die Spurstangen werden dabei radial und in wesentlich kürzeren Abständen als bei geradem Gleis angeordnet; die Lochung der Schienen für die Anbringung der Spurstangen erfolgt zweckmäfsigerweise erst auf der Baustelle, während die Laschenlochung der Schienen auf dem Werk vorgenommen werden kann, sofern ein genaues Kurvenband vorliegt oder die Kurven vorher auf dem Werkplatz vorgelegt werden können. Im letzteren Falle, wie z. B. bei Weichenanschlüssen u. s. w., mufs auch die Anordnung der Spurstangen und die zugehörige Lochung der Schienen vorher erfolgen.

§ 6. Oberbau von Strafsenbahnen mit besonderen Betriebsarten. Waren die im § 5 beschriebenen Oberbau-Anordnungen für die zur Zeit fast allgemein eingeführten elektrischen Strafsenbahnen mit oberirdischer Stromzuführung mafsgebend, — wobei die einfacheren Oberbauarten der Pferdebahnen entsprechend ihrer geschichtlichen Bedeutung Berücksichtigung gefunden haben —, so mögen im folgenden noch diejenigen Oberbau-Anordnungen kurz erwähnt werden, welche für besondere Betriebsarten in Anwendung gekommen sind.

1. Gleisanlagen elektrischer Bahnen mit unterirdischer Stromzuführung. Während bei den Strafsenbahnen mit oberirdischer Stromzuführung der Oberbau sich nur insofern vom Oberbau der Pferdebahnen unterscheidet, als er vermöge des gröfseren Gewichtes der Motorwagen stärkere Schienen und Stofsverbindungen aufweist, ist bei unterirdischer Stromzuführung in der Strafse noch ein besonderer Schlitz für die Stromabnahme von der in einem Kanal unter dem Strafsenniveau liegenden Stromzuführungs-Leitung auszuführen, welche verschiedenartig ausgeführt werden kann. Bei der einen Anordnung liegt der Kanal in der Strafsenmitte, ein durch Schienen passender Form gebildeter Schlitz in der Gleismitte ermöglicht die Einführung des Stromabnehmers in den Kanal, bei einer anderen Anordnung liegt der Kanal unter einer der Fahrschienen; die Schiene hat ein geteiltes Profil, so dafs der Stromabnehmer zwischen Fahrschiene und Leitschiene herabgelassen werden kann. In beiden Fällen ist dafür zu sorgen, dafs die Fahrschienen mit dem Kanal so sorgfältig verbunden sind, dafs einseitiges Setzen vermieden wird.

Die Kanäle bestehen entweder aus Mauerwerk oder aber aus Beton. Bei letzter Ausführung werden gufseiserne Querrahmen in Abständen von etwa 1,2 bis 1,5 m angebracht, auf welchen die Schienen unmittelbar aufgeschraubt sind; zwischen den Rahmen ist sodann ein Kanal aus Stampfbeton von etwa 0,45 m Höhe und 0,35 m Weite ausgeführt, in welchem die Strom führende Leitung isoliert befestigt ist.

Abb. 123 bis 125.
Elektrische Strafsenbahn mit unterirdischer Stromzuleitung.
M. 1 : 30.

Abb. 123. *Querschnitt vor den Schienenunterstützungen.*

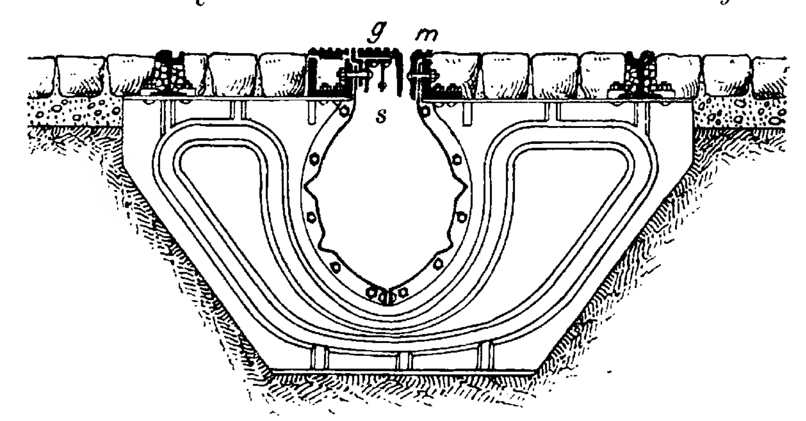
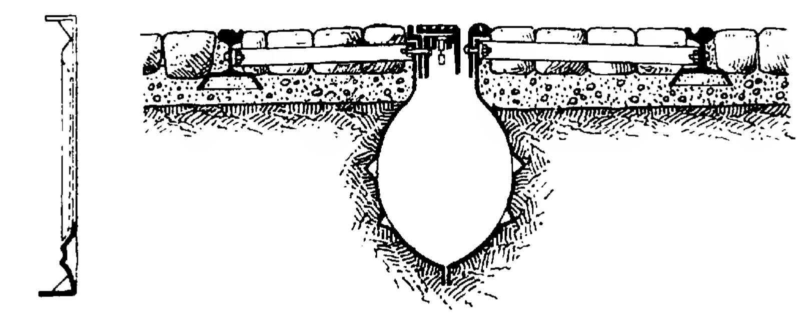


Abb. 124. Abb. 125. *Schnitt vor der Querverbindung.*



Als Beispiel einer Anlage mit Mittelkanal möge eine von dem Hörder Bergwerks- und Hüttenverein vorgeschlagene Anordnung beschrieben werden[48]), wofür der Verein auf seinem Gelände eine kleine Versuchslinie seinerzeit angelegt hatte. Die Böcke, welche die Schienen unterstützen, liegen in Abständen von 1,5 m und sind aus Stahlblech geprefst mit dem aus Abb. 123 u. 124 hervorgehenden, durch eingeprefste Rippen verstärkten Querschnitt. Der zwischen den Böcken angebrachte Entwässerungskanal ist ebenfalls aus geprefstem Blech 4 mm stark, aus 2 Hälften bestehend, hergestellt und mit den Böcken verschraubt.

Die Fahrschienen sind die gewöhnlichen Phönixschienen, die durch Querverbindungen (Abb. 125) mit dem Kanal verbunden sind.

Der Stromleitungskanal mit dem Stromleitungsdraht *s* ist durch einen Winkel und das Formeisen *g* gebildet, ersterer kann durch Lösen einer Schraube, welche an einem seitlich angebrachten Gufskasten zugänglich ist, freigemacht werden, so dafs Ausbesserungen am Draht möglich sind, ohne die Strafse aufzubrechen (s. Abb. 123).

Die Rille für den Stromabnehmer hat eine Weite von 30 mm und ist einerseits durch den Winkel *m*, anderseits durch eine Winkelschiene *g* eingefafst; die Oberfläche dieser Winkel ist mit Riffelung versehen, um ein Gleiten der Zugtiere zu verhindern.

Die Rückleitung des Stromes erfolgt durch die Schienen, weshalb diese an den Stöfsen leitend miteinander zu verbinden sind.

Eine ähnliche Anordnung ist im Jahre 1893 von Love in Washington[49]) ausgeführt worden, die Joche bestehen aus Gufseisen von 130 kg Gewicht und liegen in Abständen von 1,2 m; der in der Mitte liegende Kanal ist 356 mm weit, 510 mm hoch, die Schienen sind Phönixschienen.

Von den Gleisanlagen mit Zuleitungskanal unter den Schienensträngen ist zu nennen die gelegentlich der Berliner Gewerbeausstellung 1896 hergestellte elektrische Bahn. Dieselbe hatte auf einer Seite Vignoles-Schienen von 26 kg f. d. lfd. m Gewicht, der andere Strang bestand aus Haarmann'schen Verblattschienen mit einer Rille von 30 mm Weite. Gufseiserne Kanaljoche unterstützten die Schienen in 1,2 m Abstand, der Kanal für die Stromzuleitung bestand aus Stampfbeton, der zwischen den gufseisernen Kanaljochen eingebracht wurde (s. Abb. 126), alle 40 m waren Einsteigschächte angebracht, welche als Schlammfänge dienten.[50])

[48]) Zeitschr. f. Lokal- und Strafsenbahnwesen 1896, S. 10, auch Zeitschr. f. Kleinbahnen 1894, S. 508.
[49]) Zeitschr. f. Kleinbahnen 1894, S. 158.
[50]) Zeitschr. f. Kleinbahnen 1896, S. 395.

Abb. 126. *Betonkanal der elektrischen Bahn auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1896.* M. 1 : 25.

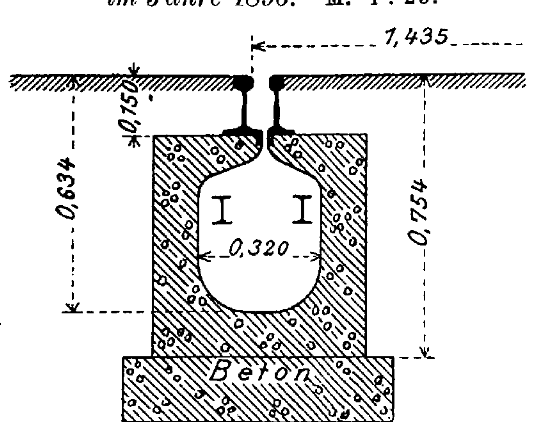
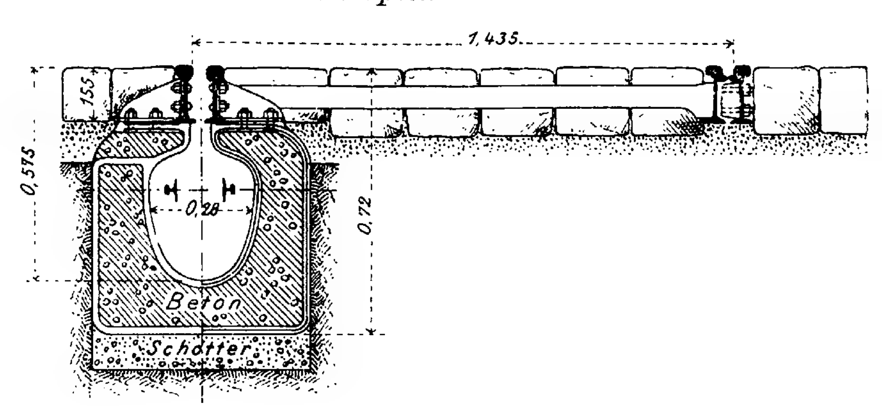


Abb. 127. *Elektr. Strafsenbahn mit Kanal unter der einen Fahrschiene in Budapest.* M. 1 : 25.



Die in Budapest von Siemens & Halske gebaute elektrische Strafsenbahn mit unterirdischer Zuleitung unter der einen Fahrschiene ist seit 1889 im Betrieb. Die Bahn ist normalspurig, der Leitungskanal liegt wie bei der vorerwähnten Berliner Bahn unter der einen Fahrschiene, hat eine Weite von 0,28 m und liegt 0,575 m unter Strafsenoberkante (s. Abb. 127). Der Kanal ist gebildet durch gufseiserne Rahmen, welche in 1,2 m Abstand liegen, zwischen denen Stampfbeton eingebracht ist; als Unterlage dient ein Schotterbett von 10 cm Stärke, der Oberbau besteht aus Haarmannschienen von 155 mm Höhe; die Schienen, welche über dem Kanal liegen, haben ein etwas verändertes Profil erhalten, die Füfse sind mit zurückspringender Kante versehen, welche gegen vorstehende Nasen der Gufsböcke sich stützen; sie sind mit letzteren durch kräftige Winkel verbunden, um ein Verschieben durch Bewegungen des Pflasters zu verhindern. Der Schienenkopf der Schlitzschienen hat innen eine Höhe von 40 mm, um das Untergreifen der Pferdehufe unter den Schienenkopf zu verhindern. Der lichte Abstand dieser Schlitzschienen beträgt 35 mm. Die Schlitzschienen haben ein Gewicht von 23,9 kg f. d. lfd. m, dieselben sind durch Spurstangen in Abständen von 3,6 m mit den gegenüberliegenden Fahrschienen verbunden.

In dem Kanal liegen an Isolatoren befestigte, unsymmetrische H-Leitungsschienen, welche als Stromzuleitung und Rückleitung dienen, so dafs die Entstehung abirrender Ströme ausgeschlossen ist, was immerhin als ein Vorteil gegen die oberirdische Stromleitung zu bezeichnen ist.

Um Störungen in der Stromleitung zu vermeiden, ist durch Anbringung von Entwässerungsschächten, die in Abständen von 60 bis 200 m angebracht sind, dafür gesorgt, dafs Wasseransammlungen in dem Kanal nicht eintreten können.

In Berlin sind einzelne Strecken der Strafsenbahnen, für welche von der Aufsichtsbehörde die Herstellung einer Oberleitung nicht gestattet worden ist, mit Unterleitung unter dem einen Schienenstrang eingerichtet worden, so die Bahnanlagen auf dem Schlofsplatz und vor dem Brandenburger Tor.[51]) Auf der einen Seite besteht das Gleis aus gewöhnlichen Phönixschienen von 160 mm Höhe, auf der andern aus Haarmann'schen Doppelschienen, welche auf gufseisernen Böcken, die im Abstand von 1,3 m liegen, angebracht sind. Der Kanal hat eine Weite von 0,36 m und eine Höhe von 0,46 m unter Schienenfufs, zwischen den Böcken ist Stampfbeton eingebracht.

[51]) Indessen wird neuerdings an diesen Punkten für die Winterzeit eine provisorische Oberleitung gestattet, da die unterirdische Stromzuführung sich im Winter wegen der Vereisung der Kanäle als betriebsgefährlich erwiesen hat.

Ein Vorzug der Anordnung mit seitlichem Schlitzkanal besteht darin, dafs die den Mittelschlitz begrenzenden Eisenteile, welche den Strafsenverkehr nicht wenig belästigen, in Wegfall kommen, dafs somit bei Verwendung von Haarmannschienen der Oberbau fast unverändert bleibt. Auch werden hierfür besondere Kanalschienen verwendet, welche einen einseitig verbreiterten Fufs haben, um auf der dem Rillenschlitz abgeneigten Seite eine gute Befestigung mit den Tragböcken, bezw. zwischen diesen eine ausreichend breite Bettungsdruckfläche zu erzielen.

Die Leitungskanäle müssen mit Entwässerung nach dem städtischen Kanalnetz versehen sein, was bei der Tiefenlage des letzteren keine Schwierigkeiten macht.

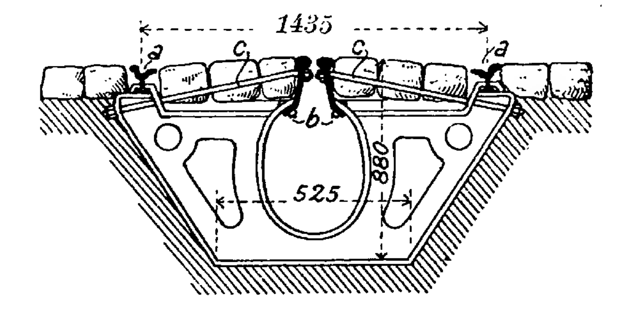
2. Gleisanlagen für Kabelbahnen. Wenn auch Kabelbahnen mit der zunehmenden Ausdehnung elektrisch betriebener Strafsenbahnen in Amerika, wo dieselben vorzugsweise Anwendung gefunden hatten, nach und nach fast ganz eingegangen und durch elektrische Oberleitungs- oder Unterleitungsbahnen ersetzt worden sind, so sind einige derartige Ausführungen doch noch anzutreffen und zwar dort, wo besonders starke Steigungen (über 1 : 7 bis 1 : 8) die Einführung des elektrischen Betriebes mangels ausreichenden Reibungsgewichtes der Fahrzeuge unmöglich machen.

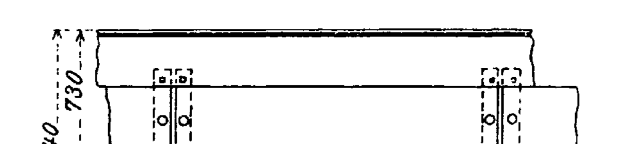
Die Kabelbahn erfordert die Herstellung eines in der Mitte der Strafse liegenden Kanals von solcher Höhe, dafs die Tragrollen des Kabels Platz finden; der Kanal mufs zur Einleitung der Greifer mit einem Schlitz von mindestens 20 mm Lichtweite versehen sein, wir erhalten somit eine ähnliche Anordnung, wie die oben für elektrische Bahnen mit Unterleitung beschriebene.

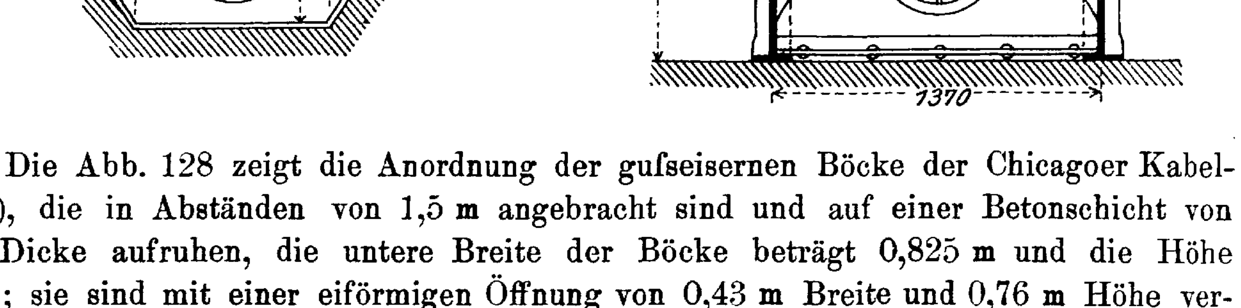
Die Kabel haben eine Stärke von rd. 35 mm, die Tragrollen erfordern einen Durchmesser von 0,3 bis 0,4 m und sind in Abständen von rd. 10 m angebracht. Die Kanäle bestehen aus gufseisernen Böcken, welche in Abständen von 1,2 bis 1,5 m angebracht sind, die Zwischenräume zwischen den Böcken sind durch Betonkanäle gebildet, deren Höhe etwa 0,7 m beträgt, so dafs die Tragrollen gut Platz haben und der Greifer über denselben weggehen kann.

Abb. 128 u. 129. *Kabelbahn in Chicago.* M. 1 : 40.

Abb. 128. *Querschnitt.* Abb. 129. *Längenschnitt des Rollenschachtes.*







Die Abb. 128 zeigt die Anordnung der gufseisernen Böcke der Chicagoer Kabelbahn[52]), die in Abständen von 1,5 m angebracht sind und auf einer Betonschicht von 0,3 m Dicke aufruhen, die untere Breite der Böcke beträgt 0,825 m und die Höhe 0,74 m; sie sind mit einer eiförmigen Öffnung von 0,43 m Breite und 0,76 m Höhe versehen, die Zwischenmauerung zwischen den einzelnen Tragböcken ist in der Form der Öffnung in Beton ausgeführt.

[52]) Maschinenarbeit in Amerika. Berlin 1893. S. 113.

Die Fahrschienen *a* (Stufenschienen) sind mittels Übergreiflaschen auf den Tragböcken befestigt, zwei mittlere Schienen bilden den Schlitz für den Greifer, dieselben liegen 25 **mm** höher als die Fahrschienen, so dafs das Regenwasser nach der Seite abläuft. Diese Schlitzschienen sind mit den Tragböcken verschraubt und durch Flacheisenstangen *c* nach aufsen verstrebt.

Die in 10 **m** Abstand angebrachten Tragrollen ruhen auf besonders geformten Tragböcken, die in Schächten mit Einsteigöffnung untergebracht sind (s. Abb. 129). Von diesen Schächten aus erfolgt die Entwässerung der Kabelröhren zunächst nach einem zwischen den Gleisen liegenden Sammelkanal, der mit den städtischen Entwässerungskanälen in Verbindung steht.

Der Raum zwischen den Schienen ist gepflastert; es ist durch möglichst weite Fugen zwischen den Pflastersteinen Vorsorge getroffen, dafs nicht etwa im Winter bei eintretendem Frost auf die Schlitzschienen ein seitlicher Druck ausgeübt wird, durch den eine Verengung des Schlitzes und hierdurch eine Betriebsstörung entstehen könnte.

Abb. 130 bis 132. *Kabelbahn in Los Angeles.* M. 1 : 20.

Abb. 130. Längenschnitt.

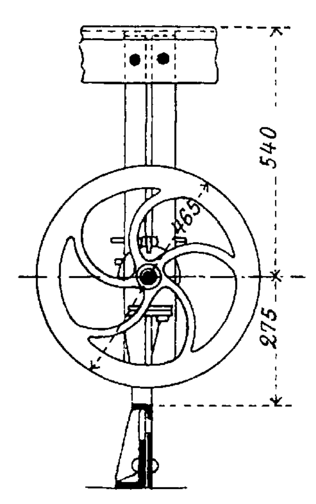


Abb. 131. Querschnitt.

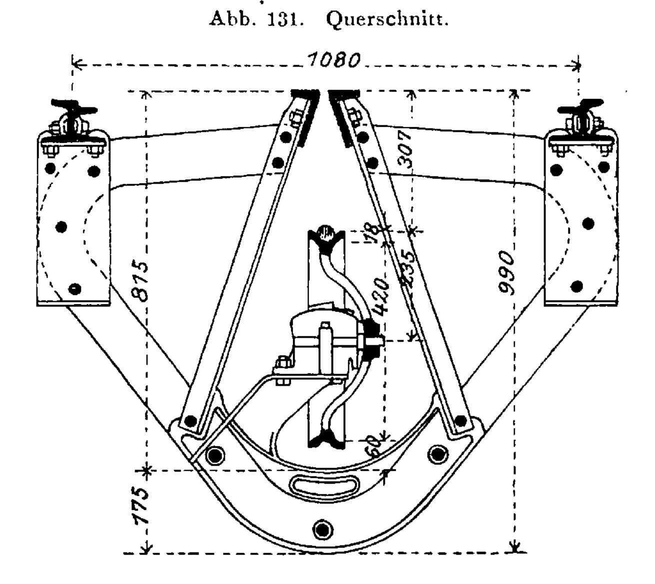
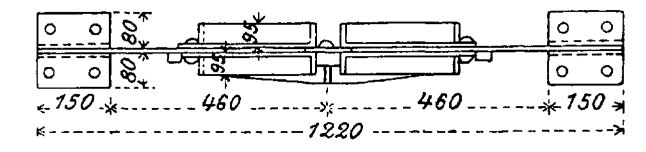


Abb. 132. Grundrifs.



Bei der Kabelbahn in Los Angeles (s. Abb. 130 bis 132) besteht nur der untere Teil der Tragböcke aus einem gufseisernen Fufs, der zugleich für die Befestigung des Lagers der Tragrollen dient; dieser ist durch Flacheisen mit den Fahrschienen und den Schlitzschienen verbunden und durch Winkeleisen versteift, der Kabelkanal ist ebenfalls aus Beton hergestellt.[53])

3. Gleisanlagen für Strafsenfuhrwerke. Diese Gleisbahnen haben denselben Zweck, wie die im Kap. II: „Städtische Strafsen", S. 249 beschriebenen Quaderbahnen[54]) in städtischen Strafsen mit mangelhafter Pflasterung, nämlich die Bewegungswiderstände der gewöhnlichen Fuhrwerke zu vermindern und dadurch die Beförderung schwerer Lastwagen zu erleichtern. Der Unterschied besteht darin, dafs an Stelle der

[53]) Maschinenarbeit in Amerika. Berlin 1893. S. 124.

[54]) Solche Quaderbahnen sind z. B. in Italienischen Städten noch heute vielfach anzutreffen.

Quadern eiserne Schienen passender Form treten, welche den Wagen die Einhaltung der Spur ermöglichen, ohne dafs die Räder eine Veränderung zu erfahren brauchen, und ohne dafs der sonstige Verkehr auf der Strafse gestört wird. Denselben Zweck verfolgten bekanntlich auch die, als Vorläufer der Eisenbahnen anzusehenden, im 17. Jahrhundert in England zur Beförderung von Kohlen aus den Bergwerken zu den Seehäfen angelegten Bohlenbahnen, welche zur Verbesserung der Fahrbahn mit eisernen Platten belegt wurden.

Berechnet man den Zugwiderstand auf gewöhnlicher Chaussee zu $^1/_{30}$ und den auf Strafsenbahngleisen zu $^1/_{100}$, so fällt der grofse Vorteil in die Augen, der durch Herstellung derartiger Gleisbahnen erreicht werden kann.

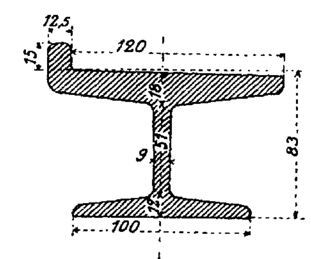
Wir haben oben (S. 468) bei Besprechung der amerikanischen Stufenschiene (s. Abb. 31, Taf. XIV) des Umstandes gedacht, dafs in Amerika häufig mifsbräuchlich der Seitenflansch des Schienenkopfes vom Strafsenfuhrwerk benutzt wird; der Nachteil der Schiene besteht dort vorzugsweise darin, dafs dieser Flansch um rd. 25 mm tiefer liegt als das aufserhalb der Schiene anstofsende Pflaster, so dafs der die Schiene benutzende Lastwagen Mühe hat, beim Herannahen des Strafsenbahnwagens das Gleis zu verlassen.

Um die Herstellung derartiger Bahnen für gewöhnliches Fuhrwerk hat sich namentlich Baurat Gravenhorst[55]) verdient gemacht, auch Landesbauinspektor Rautenberg zu Gardelegen ist zu nennen, welcher im Kreise Gardelegen gröfsere Strecken solcher Bahnen angelegt hat.

Abb. 133. *Profil Gravenhorst.* M. 1 : 5.

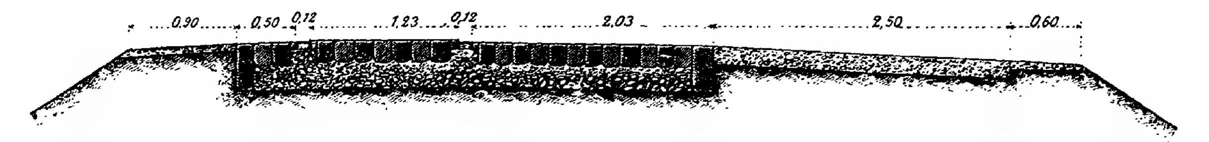
Abb. 134. *Profil des Bochumer Vereins.* M. 1 : 5.

Abb. 135. *Profil Rautenberg.* M. 1 : 5.



Die verwendeten Schienen sind entweder Trogschienen von der Form der Abb. 133 u. 134 oder breitbasige Schienen (Abb. 135). Als Beispiel der Ausführung einer solchen Bahn möge die im Kreise Grottkau in Schlesien als Zufahrt zum Bahnhof ausgeführte Gleisbahn näher beschrieben werden.[56])

Abb. 136. *Strafsenprofil nach Gravenhorst.* M. 1 : 75.



Die Strafse hat eine Breite von 8,0 m, auf der linken Seite derselben liegt die Gleisbahn (s. Abb. 136) mit 1,23 m Spurweite, daneben ein gepflasterter Strafsenstreifen von 2,0 m Breite zum Ausweichen der Fuhrwerke, auf der rechten Seite der Strafse ist ein Sommerweg von 2,5 m Breite vorhanden.

---

[55]) Nessenius, Über die Herstellung eiserner Gleise auf Landstrafsen. Deutsche Bauz. 1897, S. 143 u. 151.

[56]) Zentralbl. d. Bauverw. 1899, S. 470.

Auf dem einen Teil der Strafse sind Zoreseisen nach dem Profil der Abb. 000 zur Verwendung gekommen, wobei der Hohlraum der Schienen mit magerem Beton (1 : 4 : 6) ausgefüllt ist. Das Gleis hat keine Querverbindungen, und wiegt das lfd. m samt den Stofsverbindungen 34,4 kg. Das Strafsenpflaster besteht aus Kopfsteinen von 18 cm Höhe, nur anschliefsend an die Zoreseisen sind niedrige Pflastersteine angeordnet, welche auf dem Fufs der Zoreseisen aufsitzen.

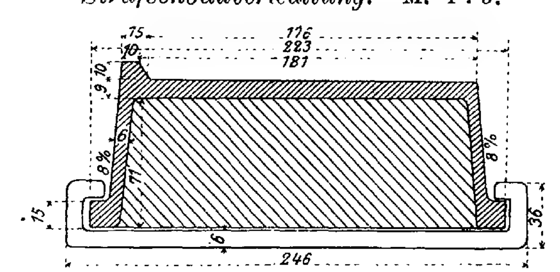
Eine zweite Hälfte der Strafse ist mit den von Rautenberg angegebenen breitbasigen Schienen versehen (s. Abb. 135), welche ebenfalls wie die Zoreseisen mit einer seitlichen Führungsrippe von 15 mm Höhe versehen sind. Dieselben sind durch Spurstangen verbunden und an den Stöfsen mit Laschen versehen; Gewicht des lfd. m Gleises beträgt einschl. Spurstangen, Schrauben und Laschen 53,5 kg. Das Querprofil der Strafse ist ebenso angeordnet, wie oben für die Zoreseisen angegeben.

Um das Kanten der Pflastersteine unter den Kopf der breitbasigen Schiene zu verhindern, sind die Hohlräume neben dem Schienensteg mit Steinbrocken und Kies ausgestampft, auf einer 100 m langen Probestrecke ist auch eine Ausfüllung der Hohlräume mittels Beton erfolgt.

Bei anderen Anlagen hat man auch derartige Gleise in Strafsen mit Kleinpflaster angebracht, oder in chaussierten Strafsen, ja es sind sogar schon Versuche gemacht worden, sie in Erdwegen anzubringen.[57]) Auf derartig befestigten Strafsen sind Querverbindungen zwischen den Fahrschienen durch Spurstangen oder Flacheisen nicht zu entbehren, um die Schienen in der richtigen Spurweite zu erhalten.

Als Verbesserung ist vorgeschlagen worden, die Lauffläche der Schienen zu verbreitern, um auch Wagen mit gröfserer Spurweite oder breiteren Radreifen die Benutzung der Gleisbahn zu ermöglichen (s. Abb. 137). Auch ist der Vorschlag gemacht worden, die Führungsrippe etwas niedriger zu halten, um das Ausweichen der Wagen zu erleichtern.[58]) Die Stofsverbindung erfolgt bei den in Abb. 137 dargestellten Schienen mittels Fufsplatten, während bei den in Abb. 134 vom Bochumer Verein eingeführten verbesserten Schienen Seitenlaschen mit 4 langen Laschenbolzen verwendet wurden.[59])

Abb. 137. *Profil der Hannover'schen Strafsenbauverwaltung.* M. 1 : 5.



Die Urteile über diese Gleisbahnen sind verschieden ausgefallen[60]); es wird hierüber folgendes zu sagen sein:

Die Erleichterung des Strafsenverkehrs durch Einlage von Gleisbahnen in Landstrafsen wird im Hügellande von geringer Bedeutung sein, weil bei ansteigenden Strafsen die Bewegungswiderstände in hervorragender Weise durch die Steigung und weniger durch den Widerstandskoeffizienten beeinflufst sind[61]), man wird deshalb nur im Flachlande derartigen Gleisbahnen Wert beilegen können.

Es ist zuzugeben, dafs die für die Schienen nötigen Führungsrippen von nur 13 bis 15 mm Höhe für die Benutzung der Strafse durch gewöhnliches Fuhrwerk auch bei nötiger Kreuzung des Gleises kein wesentliches Hindernis bietet; es hängen dem System aber doch Nachteile an, die in dem Aufsatz von Prof. Dietrich[62]) namhaft

[57]) Deutsche Bauz. 1897, S. 161.

[58]) Nessenius, Deutsche Bauz. 1902, S. 269 bis 271.

[59]) Weifse, Verkehrstechn. Woche 1909, H. 28.

[60]) Zentralbl. d. Bauverw. 1899, S. 531 von Prof. Dietrich und S. 598 von Baurat Techow.

[61]) Die Verringerung des Bahnwiderstandes durch Einlegung von Strafsenschienen würde indessen für die Talfahrt von Einflufs sein, und zwar in ungünstigem Sinne, denn es würden dadurch bei gröfserem Gefälle erhebliche Gefahren verursacht werden, da die Strafsenfuhrwerke wegen ihrer meist mangelhaften Bremseinrichtungen leicht auf die Pferde auflaufen.

[62]) Vergl. Anm. 60.

gemacht sind und darin bestehen, daſs nicht alle Wagen dieselbe Spurweite haben, auch nicht haben können, da hochgeladene Wagen (Möbelwagen) eine gröſsere Spurweite haben müssen, während Droschken mit Rücksicht auf leichteres Wenden vorn meist mit geringerer Spurweite ausgestattet sind.

Nach unserer Meinung haben Gleisbahnen für leichtes raschgehendes Fuhrwerk keinen erheblichen Wert, da solche Fuhrwerke bei der raschen Bewegung die Spur nicht halten können, auch für diese die Verringerung des Bewegungswiderstandes nicht von erheblicher Bedeutung ist. Bei schwerem Fuhrwerk tritt der Nachteil ein, daſs die Pferde, wenn sie nicht über Gebühr zusammengedrängt gehen sollen, auf den glatten Schienen gehen müssen, auf denen sie keinen Halt finden, und zwar ist der Nachteil um so gröſser, je breiter die Schienen sind. Bei chaussierten Straſsen oder gar bei Erdwegen kommt der weitere Nachteil hinzu, daſs neben den Schienen sich starke Abnutzungen der Fahrbahn zeigen, deren regelmäſsige Unterhaltung so gut wie unmöglich ist, eine Erscheinung, die ja auch bei städtischen Straſsenbahnen eintritt. Diese Rinnenbildung erschwert nun namentlich das Ausweichen der Wagen, und es sollten deshalb derartige Gleisbahnen nur in gepflasterten Landstraſsen (z. B. Kleinpflaster) zur Anwendung kommen.

Wo auf ebener Landstraſse ein gröſserer Verkehr mit schwerem Fuhrwerk gleichartiger Beschaffenheit, also etwa die Beförderung von Rohmaterialien in gröſseren Mengen zu einer Fabrikanlage oder dergleichen zu bewältigen ist, mögen diese Gleisbahnen von Vorteil sein. Für die Gleise (und Wagen) ist eine Spurweite von 1,4 m zweckmäſsig, um den Pferden das Gehen zwischen den Schienen zu ermöglichen. Auf Straſsen mit lebhaftem, aber wechselndem verschiedenartigem Verkehr sind solche Gleisbahnen indessen nicht zu empfehlen.

§ 7. Weichen und Kreuzungen der Straſsenbahnen.

1. Berechnung der Weichen und Kreuzungen. Bei den Straſsenbahnweichen sind zwei Arten zu unterscheiden, und zwar einerseits normale Weichen, d. h. solche mit einheitlichem Halbmesser und geradem Herzstück mit bestimmtem Neigungswinkel, andererseits abnormale Weichen, d. h. solche, bei denen hinter den Zungenstücken ein abweichender (meist kleiner) Halbmesser anschlieſst, wobei dann vielfach die Herzstücke gebogen ausgeführt werden.

Normale Weichen können bei Straſsenbahnen im allgemeinen nur für Ausweichungen und Endhaltestellen sowie für Gleiswechsel und Weichenkreuze Anwendung finden, während bei Abzweigungen der verschiedenen Arten, sei es bei dem Anschluſs von Nebenlinien, oder bei besonderen Weichenanlagen auf Plätzen, oder schlieſslich bei Depot-Weichenstraſsen mit Rücksicht auf die Knappheit des verfügbaren Raumes meist abnormale Weichen verwendet werden müssen.

a) Berechnung der Straſsenbahnweichen. Für die Berechnung der Straſsenbahnweichen, einerlei ob normaler oder abnormaler Bauart, sind zwei verschiedene Anordnungen zu berücksichtigen. Im ersten Fall tangiert das abzweigende gekrümmte Gleis das gerade Hauptgleis (s. Abb. 138), wobei die Weichenzungen aus praktischen Gründen abgestumpft werden müssen; bei der zweiten Anordnung überschneidet das abzweigende gekrümmte Gleis das Hauptgleis (s. Abb. 139), und die Zungen werden entsprechend kürzer. Letztere Anordnung hat indessen den Nachteil, daſs die Ein- und Ausfahrt der Wagen ruckweise erfolgt, was u. a. auch für die Unterhaltung der Weichen schädlich ist, ganz abgesehen von den Nachteilen für die Wagen und von den Gefahren, welchen die Fahrgäste dabei ausgesetzt sind.



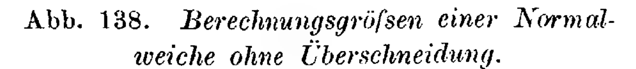


Abb. 138. *Berechnungsgröfsen einer Normalweiche ohne Überschneidung.*

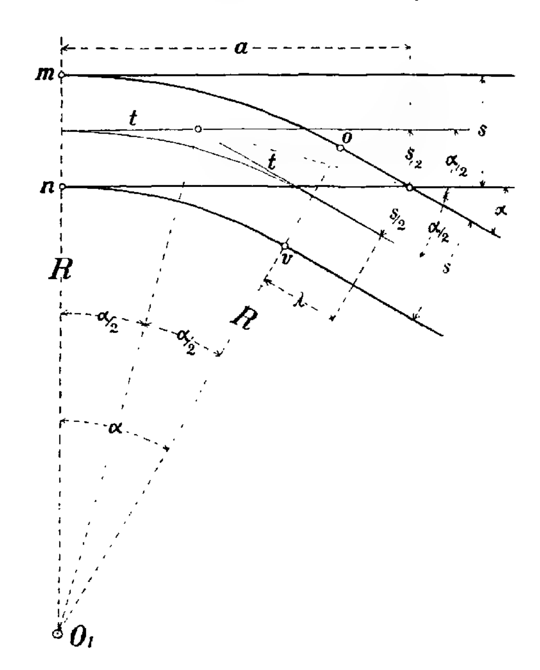
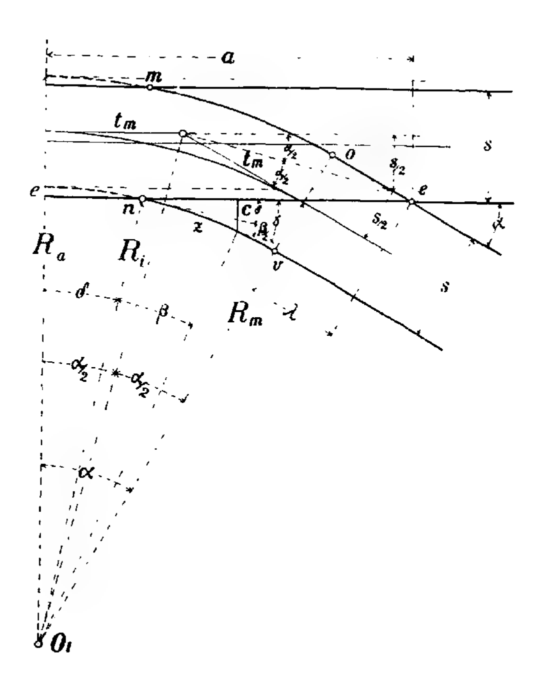


Abb. 139. *Berechnungsgröfsen einer Normalweiche mit Überschneidung.*



Man pflegt daher der Anordnung der Weichen mit tangentialem Kurvenanschlufs im allgemeinen den Vorzug zu geben.

Die Berechnung von Normalweichen ohne und mit Überschneidung soll im folgenden kurz angegeben werden.[63])

α) Berechnung von Normalweichen mit bestimmtem Neigungswinkel α und ohne Überschneidung. Es ergeben sich an Hand der schematischen Skizze in Abb. 138 folgende Verhältnisse: Bezeichnet α den Herzstückneigungswinkel, s die Spurweite, R den Halbmesser des abzweigenden Gleises (bezogen auf die Gleisachse), so ist:

die Tangentenlänge . . . . $t = R \, . \, tang \frac{\alpha}{2}$ . . . 13.

der Abstand der Herzstückspitze vom Weichenanfang . . $a = \frac{s}{2 \, . \, tang \frac{\alpha}{2}} + t$. 14.

" " " " vom Ende der Weichenkurve $\lambda = \frac{s}{2 \, . \, tang \frac{\alpha}{2}} - t$. 15.

die äufsere Bogenlänge . . . . $m\,o = arc\,\alpha \, . \left(R + \frac{s}{2}\right)$. 16.

die innere Bogenlänge . . . . $n\,v = arc\,\alpha \, . \left(R - \frac{s}{2}\right)$. 17.

Als Beispiel sind in Tabelle VIII die Weichenelemente für den bei Strafsenbahn-Normalweichen meist üblichen Herzstück-Neigungswinkel 1 : 6 ($\alpha = 9° 27' 45''$) bei 50 m Kurvenhalbmesser angegeben.

Tabelle VIII. **Abmessungen der Normalweiche 1:6** (mit 50 m Halbmesser).

Spurweite mm	Tangentenlänge t mm	Herzstückabstand a mm	Herzstückabstand λ mm	Äufsere Bogenlänge mm	Innere Bogenlänge mm
1435	4138	12807	4531	8376	8139
1000	4138	10180	1903	8340	8175

[63]) A. Knelles, Die Berechnung von Gleis- und Weichenanlagen. Berlin 1910.



β) Berechnung von Normalweichen mit Überschneidung. Hier ergibt sich, wie aus Abb. 139 hervorgeht, ein etwas umständlicheres Verfahren.

Das abzweigende Gleis ist dabei gegen das gerade Gleis um das Maſs e seitlich verschoben. Die Weichenelemente a und λ ändern sich dieser Verschiebung entsprechend. Die Bogenlängen sind von den bis zu den Überschneidungspunkten m und n zurückverlegten Zungenspitzen aus zu berechnen. Demgemäſs bestimmt sich:

die mittlere Tangentenlänge . . . . $t_m = R_m \cdot tang \frac{\alpha}{2}$ . . 18.

der Abstand der Herzstückspitze vom Weichenanfang . $a = \frac{s}{2\,tang \frac{\alpha}{2}} + t_m + \frac{e}{tang\,\alpha}$ 19.

" " " " vom Ende der Weichenkurve $\lambda = \frac{s}{2\,tang \frac{\alpha}{2}} - t_m + \frac{e}{sin\,\alpha}$ 20.

die äuſsere Bogenlänge . . . . $m\,o = arc\,(\alpha - \delta) \cdot R_a$. 21.

die innere Bogenlänge . . . . $n\,v = arc\,(\alpha - \delta) \cdot R_i$. 22.

Hierbei kann das Maſs e der Überschneidung wie auch die Winkel δ für die beiden Schienenstränge als gleich angenommen werden, was für die Praxis ausreichend genau ist. Das Maſs e ist nach Abb. 139 für die innere Schiene berechnet (man pflegt den Kurvenhalbmesser bei Straſsenbahnweichen meist auf die Innenschiene anzugeben) und beträgt $e = \frac{b^2}{2\,R_i}$, woraus folgt, da $b = R_i \sin \delta$, $e = \frac{R_i \sin \delta^2}{2}$.

Die Bestimmung von δ erfolgt aus den Abmessungsverhältnissen der Zungenvorrichtung, deren Zungenlänge (als Sehne gemessen) $= z$ und deren Fahrkantenabstand an der Wurzel (Rillenweite + Wurzelbreite) $= c$ ist; und zwar ist $\delta = \gamma - \frac{\beta}{2}$, wobei $\sin \gamma = \frac{c}{z}$ und $\sin \frac{\beta}{2} = \frac{z}{2\,R_i}$.

Da die Berechnung von Weichen mit Überschneidung, besonders bei zusammengesetzten Weichenkonstruktionen, nicht unerhebliche Schwierigkeiten macht, wird meist die Bauart ohne Überschneidung bevorzugt, zumal die konstruktive Ausbildung der Zungen, wie späterhin gezeigt werden wird, allmählich derart verbessert worden ist, daſs ein tangentialer Anschluſs des geraden Gleises an das gekrümmte abzweigende Gleis unschwer erzielt werden kann.

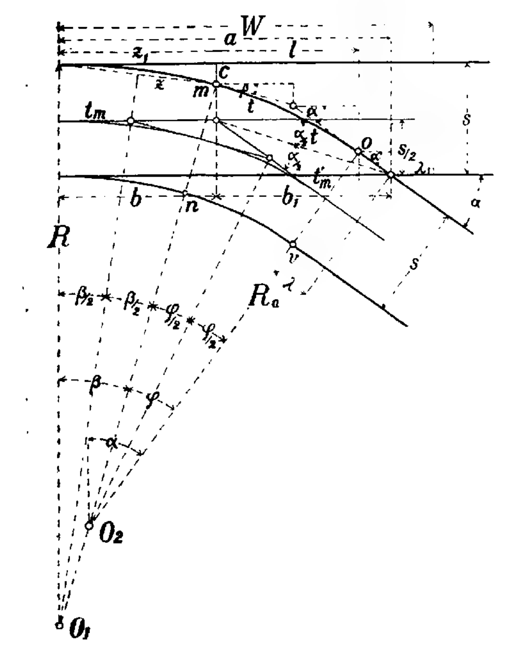
In vielen Fällen kommt man mit den Normalweichen, deren Halbmesser in der Regel je nach dem Herzstückwinkel 30, 40 oder 50 m beträgt, nicht aus und ist genötigt, für den abzweigenden gekrümmten Gleisstrang Kurven mit kleinerem Halbmesser anzuschlieſsen, wobei unter Umständen statt der geraden Herzstücke Kurvenherzstücke Verwendung finden müssen.

Für die Zungenvorrichtungen wird zweckmäſsigerweise ein einheitlicher Halbmesser zu Grunde gelegt, um bei diesen der Abnutzung besonders unterliegenden Teilen jederzeit Auswechselungen vornehmen zu können. Entsprechend dem Halbmesser von 50 m, welcher für die meist im Straſsenbahnbau verwendeten Normalweichen 1 : 6 üblich ist, werden daher gewöhnlich für sämtliche normalen und abnormalen Weichen Zungenvorrichtungen mit $R = 50$ m gewählt.[64])

[64]) Neuerdings sind z. B. bei der Groſsen Berliner Straſsenbahn die Zungenvorrichtungen mit $R = 30$ m gebaut worden, was indessen kaum zu empfehlen ist, weil sich derartige Weichen nicht stoſsfrei befahren, so daſs Nachteile für die Fahrgäste und die Wagen, wie auch für die Weichen selbst entstehen (die Fahrschienen der Zungenvorrichtungen werden leicht ausgefahren). Als Vorteil wird dagegen angegeben, daſs bei kleinerem Halbmesser die Zungen kürzer und breiter gebaut werden können, so daſs sie eine breitere Fuſsfläche erhalten, und auch der Drehpunkt widerstandsfähiger gestaltet werden kann.

γ) Berechnung von Weichen mit anschliefsendem kleinerem Halbmesser und geradem Herzstück. Die Berechnungsgröfsen zeigt Abb. 140.

Abb. 140. *Berechnungsgröfsen einer Weiche mit anschliefsendem kleineren Halbmesser und geradem Herzstück.*



Gegeben sind die Abmessungen der Zungenvorrichtung mit z (Zungenlänge), z_1 (Länge der Zungenvorrichtung, gemessen im geraden Gleis), c (Fahrkantenabstand an der Zungenwurzel) $= \frac{\overline{z_1}^2}{2R}$ für den Zungenhalbmesser R, und der Zungenwinkel β, welcher sich bestimmen läfst aus $\sin\frac{\beta}{2} = \frac{z}{2R}$.

Gegeben ist ferner die Spurweite s, der Halbmesser der Anschlufskurve R_a (die Berechnung ist hier am einfachsten auf die Aufsenkurve zu beziehen), der Herzstückwinkel α und der Aufsenschenkel des Herzstückes λ_1. Dann ist:

die Tangentenlänge der Aufsenkurve (wobei $\varphi = \alpha - \beta$)

$$t = R_a \, tang \frac{\varphi}{2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 23.$$

der Abstand der Herzstückspitze vom Ende der Weichenkurve

$$\lambda = \frac{s - c - t \sin\beta - t \sin\alpha}{\sin\alpha}$$

das ist

$$\lambda = \frac{s - c - R_a (\cos\beta - \cos\alpha)}{\sin\alpha} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 24.$$

der Abstand der Herzstückspitze vom mathematischen Weichenanfang

$$a = z_1 + l = z_1 + t\cos\beta + t\cos\alpha + \lambda\cos\alpha,$$

das ist

$$a = z_1 + \lambda\cos\alpha + R_a(\sin\alpha - \sin\beta) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 25.$$

die äufsere Bogenlänge

$$m\,o = arc\,(\alpha - \beta) \, . \, R_a \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 26.$$

die innere Bogenlänge

$$n\,v = arc\,(\alpha - \beta) \, . \, (R_a - s) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 27.$$

Die gesamte Weichenlänge W ermittelt sich dann zu

$$W = a + \lambda_1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 28.$$

Um die Tangentenpunkte, bezogen auf die Gleisachsen, zu bestimmen, bedient man sich der Beziehungen

$$t_m = \left(R - \frac{s}{2}\right) tang\frac{\beta}{2} \quad \text{und} \quad t'_m = \left(R_a - \frac{s}{2}\right) tang\frac{\varphi}{2}.$$

Die Lage des Knotenpunktes der Weiche (Schnittpunkt der Gleisachsen) ergibt sich aus $b = a - b_1$, wobei $b_1 = \frac{s}{2\,tang\frac{\alpha}{2}}$ ist.

In den Abb. 141 bis 144 sind einige von den Westfälischen Stahlwerken, Bochum[65]), ausgeführten Weichen mit geraden Herzstücken 1 : 4 und 1 : 6 für Normalspur und 1 m Spur dargestellt, bei Verwendung von Zungenvorrichtungen mit 50 m Halbmesser. Die Weichen mit Herzstückneigung 1 : 6 sind Normalweichen, während

---

[65]) Die Abb. 141 bis 144, sowie 146 bis 149 sind der von den Westfälischen Stahlwerken, Bochum, herausgegebenen Druckschrift über ihre Weichenanlagen entnommen.

bei den Weichen mit Herzstückneigung 1 : 4 Kurven mit kleinerem Halbmesser an die Zungenvorrichtungen anschliefsen, und zwar bei Normalspur 30 **m** und bei 1 **m** Spur 18 **m**. Wollte man auch bei 1 **m** Spur für die Zwischenkurve einen Halbmesser von 30 **m** einhalten, so würde die Herzstückneigung zu 1 : 5 anzunehmen sein.

Abb. 141 bis 144.
Abmessungen ausgeführter Weichen mit geradem Herzstück (Westfälische Stahlwerke, Bochum).

Abb. 141. *Weiche 1 : 4 für Normalspur.*

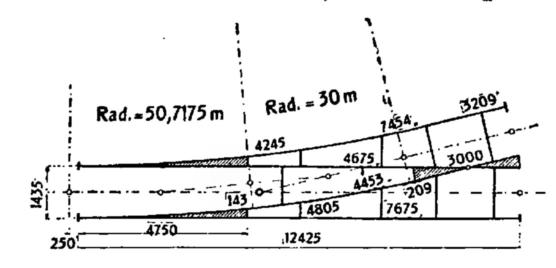


Abb. 142. *Weiche 1 : 4 für 1 m Spur.*

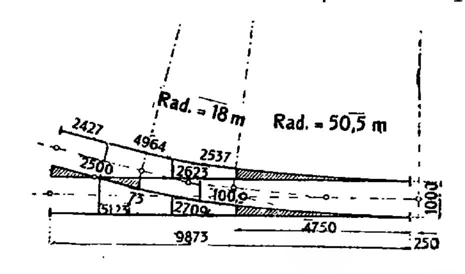


Abb. 143. *Weiche 1 : 6 für Normalspur.*

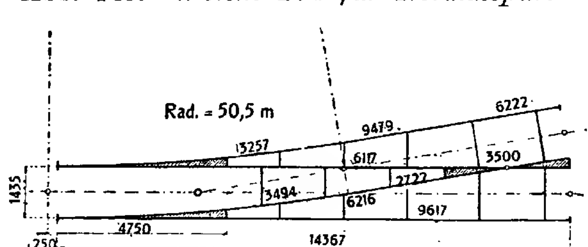
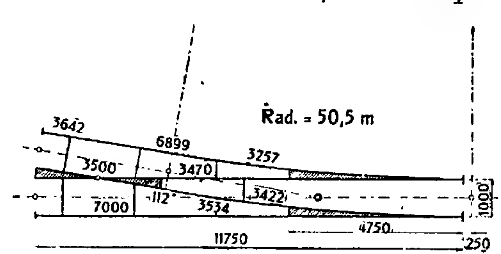


Abb. 144. *Weiche 1 : 6 für 1 m Spur.*



δ) Berechnung von Weichen mit anschliefsendem kleineren Halbmesser und Kurven-Herzstück.

Gegeben sind: Halbmesser R und Winkel β der Zungenvorrichtung, mit dem Fahrkantenabstand c an der Zungenwurzel, ferner der Halbmesser R_m (auf die Gleisachse bezogen) der Anschlufskurve und der Einfahrtswinkel δ, sowie schliefslich noch die Spurweite s.

Dann ist nach Abb. 145:

$$\text{Tangente } t_1 = R \, tang \frac{\beta}{2} \quad \ldots \ldots \quad 29.$$

und

$$\text{Tangente } t_2 = R_m \, tang \frac{\varphi}{2}$$

wobei $\varphi = \delta - \beta$.

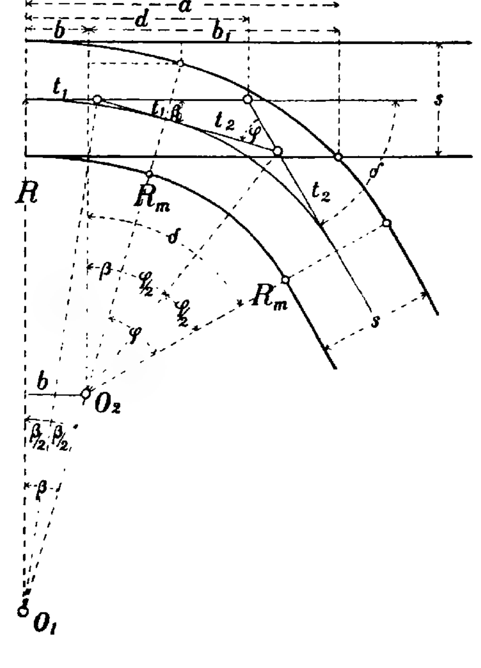


Abb. 145. *Berechnungsgröfsen einer Weiche mit anschliefsendem kleineren Halbmesser und Kurvenherzstück.*

Der Abstand d des Knotenpunktes (Schnittpunkt der Gleisachsen) vom mathematischen Weichenanfang ermittelt sich zu:

$$d = t_1 + (t_1 + t_2) \frac{\sin \varphi}{\sin \delta} \quad \ldots \ldots \quad 30.$$

Der Abstand a der Herzstückspitze vom mathematischen Weichenanfang beträgt:

$$a = b + b_1 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 31.$$

und es ist

$$b = (R - R_m) \sin \beta$$

$$b_1 = \sqrt{2 \left(R_m + \frac{s}{2}\right) . (s - c_1)},$$

wobei

$$c_1 = c - \left(R_m + \frac{s}{2}\right) . (1 - \cos \beta).$$

Die äufsere Bogenlänge ist

$$arc\ (\delta - \beta) \cdot \left(R_m + \frac{s}{2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 32.$$

Die innere Bogenlänge ist

$$arc\ (\delta - \beta) \cdot \left(R_m - \frac{s}{2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 33.$$

Die Abb. 146 bis 149 zeigen einige derartigen Weichen mit anschliefsendem kleinerem Halbmesser und Kurven-Herzstücken, wie sie von den Westfälischen Stahlwerken, Bochum, ausgeführt werden. Die Zungenvorrichtungen haben 50 **m** Halbmesser und die Anschlufskurven 30 **m** bezw. 20 **m** Halbmesser. Aus den Skizzen, welche für Normalspur und 1 **m** Spur dargestellt sind, ist die Einteilung der Schienen deutlich ersichtlich.

Abb. 146 bis 149.

Abmessungen ausgeführter Weichen mit Kurven-Herzstück (Westfälische Stahlwerke, Bochum).

Abb. 146. *Kurvenweiche R = 30 m für Normalspur.*

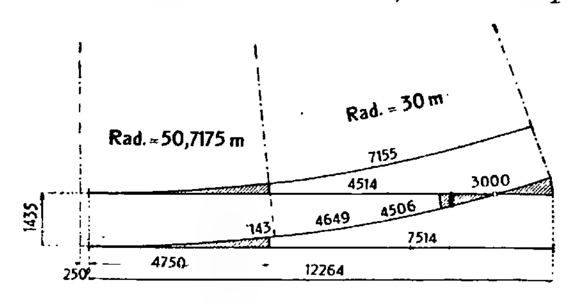


Abb. 147. *Kurvenweiche R = 30 m für 1 m Spur.*

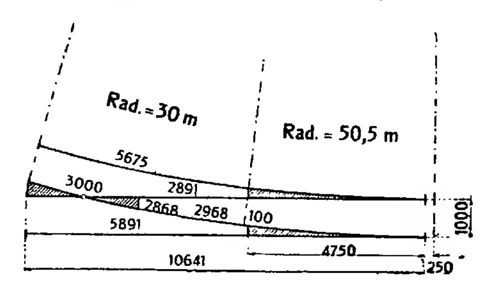


Abb. 148. *Kurvenweiche R = 20 m für Normalspur.*

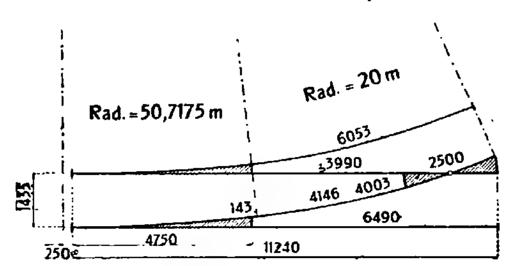
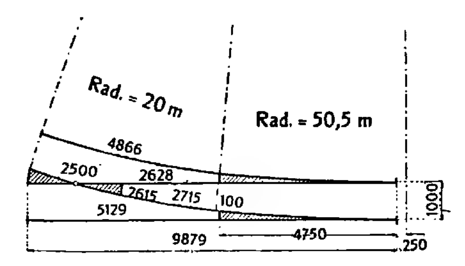


Abb. 149. *Kurvenweiche R = 20 m für 1 m Spur.*



Die Berechnung der sonst noch im Strafsenbahnbau vorkommenden Weichen, wie Zweibogenweichen, unsymmetrischen Doppelweichen u. s. w. ist nach der in vorstehendem gekennzeichneten Berechnungsweise ohne besondere Schwierigkeit durchführbar.

b) Berechnung der Strafsenbahnkreuzungen. Auch die Berechnung der Strafsenbahnkreuzungen ist verhältnismäfsig leicht durchzuführen, so lange es sich um geradlinige Kreuzungen handelt, während bei Kurvenkreuzungen zum Teil umständlichere Rechnungen durchzuführen sind.

α) Bei geradlinigen Kreuzungen ist gewöhnlich der Kreuzungswinkel α und die Spurweite s der einander kreuzenden Gleise gegeben, woraus die Seitenlängen der Gleiskreuzung sich nach Abb. 150 wie folgt ermitteln lassen:

$$AB = CD = \frac{s_1}{\sin\alpha} \text{ und } BC = AD = \frac{s_2}{\sin\alpha};$$

bezw. wenn $s_1 = s_2 = s$ ist, ergibt sich:

$$AB = BC = CD = DA$$

übereinstimmend $= \frac{s}{\sin\alpha}$.

β) Bei Kurvenkreuzungen eines geraden mit einem gekrümmten Gleis ist meist der Kreuzungswinkel φ der Gleisachsen, die Spurweite s und der Halbmesser des Kurvengleises (mit R_m in der Gleisachse bzw. R_i und R_a für die einzelnen Schienen) gegeben.

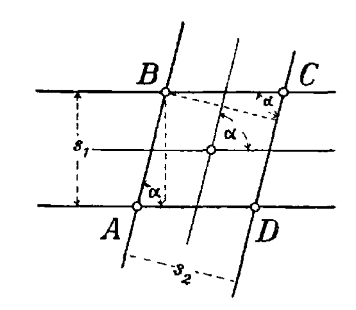


Abb. 150. *Berechnungsgröfsen für die Kreuzung von zwei geraden Gleisen.*

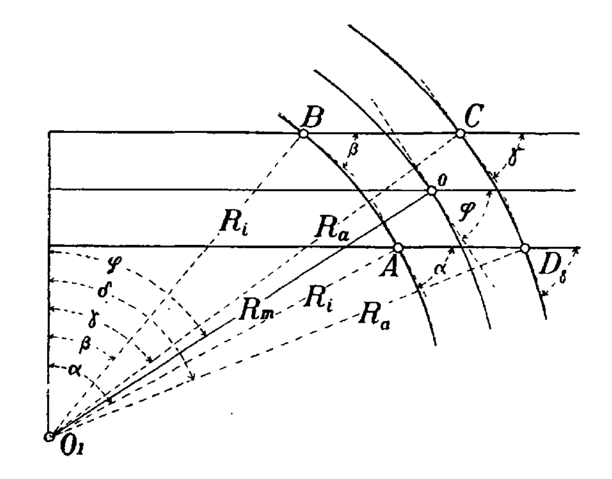


Abb. 151. *Berechnungsgröfsen für die Kreuzung eines geraden mit einem Kurvengleis.*

Die Seitenlängen können dann nach Abb. 151 mit Hilfe der Kreuzungswinkel α, β, γ und δ der einzelnen Schienenkreuzungen wie folgt bestimmt werden.

Die Kreuzungswinkel ergeben sich aus:

$$\cos\alpha = \frac{R_m \cos\varphi - \frac{s}{2}}{R_i}; \qquad \cos\gamma = \frac{R_m \cos\varphi + \frac{s}{2}}{R_a};$$

$$\cos\beta = \frac{R_m \cos\varphi + \frac{s}{2}}{R_i}; \qquad \cos\delta = \frac{R_m \cos\varphi - \frac{s}{2}}{R_a};$$

und die Seitenlängen der Kreuzung sind folgende:

$$BC = R_a \sin\gamma - R_i \sin\beta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 34.$$

$$AD = R_a \sin\delta - R_i \sin\alpha \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 35.$$

$$AB = arc\,(\alpha - \beta) \,.\, R_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 36.$$

$$CD = arc\,(\delta - \gamma) \,.\, R_a \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 37.$$

γ) Bei Kurvenkreuzungen zweier gekrümmten Gleise erfolgt die Berechnung bei gegebenen Radien und dem Gleiskreuzungswinkel φ nach Abb. 152 derart, dafs die Kreuzungswinkel der einzelnen Schienenkreuzungen aus den Dreiecken

$$O_1 - A - O_2;\; O_1 - B - O_2;$$
$$O_1 - C - O_2 \text{ und } O_1 - D - O_2$$

ermittelt werden und zwar ist:

$$\cos\alpha = \frac{R_i^2 + R_i'^2 - \overline{O_1 O_2}^2}{2 R_i R_i'};$$

$$\cos\beta = \frac{R_i^2 + R_a'^2 - \overline{O_1 O_2}^2}{2 R_i R_a'};$$

$$\cos\gamma = \frac{R_a^2 + R_a'^2 - \overline{O_1 O_2}^2}{2 R_a R_a'};$$

$$\cos\delta = \frac{R_a^2 + R_i'^2 - \overline{O_1 O_2}^2}{2 R_a R_i'};$$

wobei $\overline{O_1 O_2} = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 - 2 R_1 R_2 \cos\varphi}$.

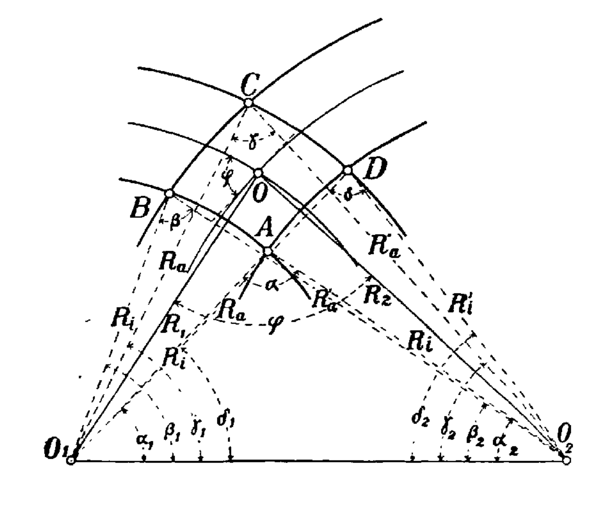


Abb. 152. *Berechnungsgröfsen für die Kreuzung von zwei Kurvengleisen.*

Die Zwischenbögen können dann mit Hilfe der Winkel $\alpha_1 \alpha_2$ $\beta_1 \beta_2$ u. s. w. leicht berechnet werden.

Es ist: $\sin\alpha_1 = \frac{R_i' \sin\alpha}{\overline{O_1 O_2}}$ und $\alpha_2 = 180^\circ - (\alpha + \alpha_1)$;

$\sin\beta_1 = \frac{R_a' \sin\beta}{\overline{O_1 O_2}}$ und $\beta_2 = 180^\circ - (\beta + \beta_1)$;

$\sin\gamma_1 = \frac{R_a' \sin\gamma}{\overline{O_1 O_2}}$ und $\gamma_2 = 180^\circ - (\gamma + \gamma_1)$;

$\sin\delta_1 = \frac{R_i' \sin\delta}{\overline{O_1 O_2}}$ und $\delta_2 = 180^\circ - (\delta + \delta_1)$,

daher ermittelt sich die Länge der Zwischenbögen:

$$AB = arc\,(\beta_1 - \alpha_1)\,.\,R_i \quad \ldots\ldots \quad 38.$$

$$BC = arc\,(\gamma_2 - \beta_2)\,.\,R_a' \quad \ldots\ldots \quad 39.$$

$$CD = arc\,(\gamma_1 - \delta_1)\,.\,R_a \quad \ldots\ldots \quad 40.$$

$$AD = arc\,(\delta_2 - \alpha_2)\,.\,R_i' \quad \ldots\ldots \quad 41.$$

Nach der vorstehend angegebenen Berechnungsweise lassen sich die meisten der in der Praxis vorkommenden Weichen- und Kreuzungsanlagen berechnen, doch ergeben sich naturgemäfs bei manchen Weichenplänen von Weichendreiecken, mehrfachen Abzweigungen, Weichenstrafsen für Depotanlagen u. s. w. recht umständliche Berechnungen. Es empfiehlt sich daher, derartige Gleisanlagen zunächst zeichnerisch in möglichst grofsem Mafsstabe (1 : 100 oder gröfser) zu entwerfen und erst dann im einzelnen durchzurechnen.

Als Beispiele für solche gröfseren Weichen- und Kreuzungsanlagen sind auf der Taf. XV einige besonders anschauliche Gleispläne nach bestehenden Ausführungen zur Darstellung gebracht worden. Von diesen sind die Gleispläne des Potsdamer Platzes in Berlin (s. Abb. 1, Taf. XV) und des Hasselbach-Platzes in Magdeburg (s. Abb. 2, Taf. XV) wegen der mehrfachen Weichenabzweigungen und Kreuzungsanlagen beachtenswert. Ferner zeigen die Abb. 3 u. 4 der Taf. XV zwei eigenartige in München am Baldeplatz und am Sendlingertorplatz ausgeführte Gleispläne, welche u. a. eine Umkehrschleife enthalten. Auch der Gleisplan der Weichenstrafse des Strafsenbahnhofes der Bochum-Gelsenkirchener Strafsenbahn (s. Abb. 5, Taf. XV) bietet einige Schwierigkeiten, weniger indessen hinsichtlich der Berechnung, als wegen der umständlichen Bauart der Einzelteile, welche sich aus dem Zusammenbau der Zungenvorrichtungen mit den Herzstücken der benachbarten Gleise ergeben.

Bei gröfseren Depotanlagen kann eine eingleisige Ausfahrt, wie in Abb. 5, Taf. XV dargestellt, nicht als ausreichend erachtet werden, da der Raum für die Verteilung der Wagen auf die einzelnen Betriebslinien und die Ausfahrtzeit zu knapp sein würde; man bevorzugt dann zwei- oder mehrgleisige Ausfahrten. Bei der in Abb. 6, Taf. XV dargestellten Anordnung der Städt. Strafsenbahnen, Berlin (Depot Kniprodestrafse) ist z. B. eine zweigleisige Ausfahrt vorhanden; die beiden Stammgleise schliefsen gruppenweise an die Hallengleise an und sind im übrigen untereinander durch ein Weichenkreuz in der Depoteinfahrt verbunden, um die Verteilung der Wagen schnell vornehmen zu können.

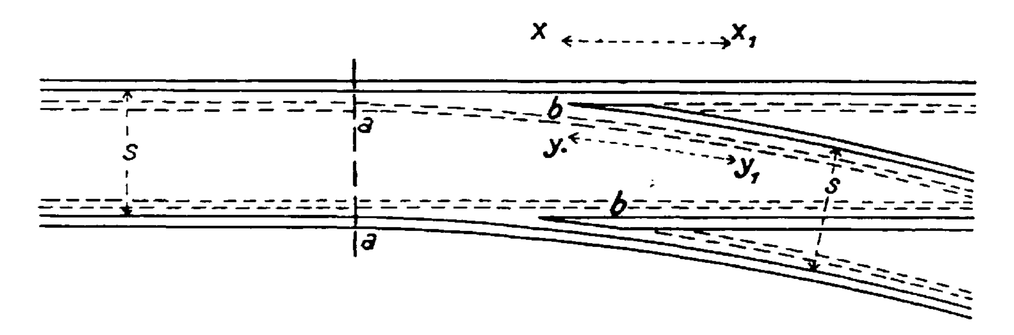
Alles in allem zeigt sich bei den verschiedenen im Strafsenbahnbau vorkommenden Weichen- und Kreuzungsanlagen, dafs im Vergleich zum Eisenbahnbau wesentlich ungünstigere Verhältnisse vorliegen, da infolge des beengten Raumes, welcher für die Anlage der Strafsenbahn-Weichen und -Kreuzungen meist nur zur Verfügung steht, umständliche und oft vielfach verschränkte Gleispläne nicht zu vermeiden sind, deren Berechnung naturgemäfs erheblich gröfsere Schwierigkeiten macht, als bei den im Eisenbahnbau üblichen und einfacher durchgebildeten Gleisplänen.

2. Bau der Weichen und Kreuzungen. a) Allgemeines. Was die Konstruktion der Weichen anlangt, so erscheint es mit Rücksicht auf die Lage derselben im Strafsenkörper angezeigt, möglichst wenig bewegliche Teile anzuwenden, auch dieselben so anzuordnen, dafs kein Weichenteil über die Oberfläche der Strafse vorsteht. Es mufs ferner darauf gehalten werden, dafs der in die Weichen eindringende Strafsenschmutz leicht entfernt werden kann und dafs nirgends das Regenwasser stehen bleibt, weshalb die Anlage von Reinigungskästen angezeigt ist, in welche die Strafsenabfälle eingeführt und von Zeit zu Zeit entfernt werden, bezw. in die Abwasserleitungen fortgespült werden können.

Die Weichen bestehen bei einfacher Ausführung aus den Zungenvorrichtungen, den Zwischenschienen und dem Herzstück. Bei doppelgleisigen Ausweichungen, Weichenkreuzen, Doppelweichen u. s. w. kommen noch Kreuzungsstücke und zusammengebaute Weichenstücke vor, wie sie u. a. auch aus den auf Taf. XV dargestellten Gleisplänen ersichtlich sind.

Die Weichen bestanden in der ersten Zeit der Strafsenbahnen (Pferdebetrieb auf Eisenbahngleisen in Amerika in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts) aus gelenkig angeordneten Schienen, den sogen. „Schleppweichen“. In der Folgezeit wurden dann „zungenlose Weichen“ nach Abb. 153 verwendet, bei denen die Mittelschienen mit entsprechender Abschrägung zur Freihaltung der Spurrille stumpf endigten. Das Befahren solcher Weichen in der Einfahrtsrichtung nach x bezw. y machte keine Schwierigkeit, bei der Ausfahrt nach y_1 (gegen die Spitze) mufste dagegen das Zugtier in die Ausfahrtrichtung gelenkt werden, um die Wagenräder in die entsprechenden Spurrillen gelangen zu lassen.

Abb. 153. *Anordnung einer zungenlosen Weiche.*



Bei Weichen, welche nur in einer Richtung — und zwar in der Geraden — gegen die Spitze befahren werden, wurden die Spurrillen des geraden Stranges durchgeführt, während bei dem abzweigenden Strang nur die Spurrille der Innenschiene ausgebildet, die Aufsenschiene aber als Flachschiene gestaltet wurde. Die Spurrillen der inneren Zungenvorrichtung wurden dabei in verschiedene Höhe gelegt, um den Innenrädern eine ausreichende Führung zu geben.

Derartige „zungenlose Weichen“ bezw. „Weichen mit festen Zungen“ konnten sich auf die Dauer im Betriebe nicht bewähren, weil Entgleisungen infolge unzureichender Seitenlenkung durch die Zugtiere häufig vorkamen, und man ging dazu über, statt der einen festen Zunge im Innenstrange eine bewegliche Zunge zu verwenden, welche die nach aufsen strebenden Innenräder des Wagens rechtzeitig in die Ausfahrtrichtung ablenken sollte. Dabei wurde die feste Zunge mit durchlaufenden Spurrillen versehen, während früher bei dem Flachschienenoberbau das feste Zungenstück gewöhnlich als flaches Auflaufstück zur Überführung der auflaufenden Räder ausgebildet worden war.

Die bewegliche Zunge ist in der Regel um einen Zapfen drehbar angeordnet, indessen sind vereinzelt auch lose, seitlich verschiebbare Zungen ausgeführt, so z. B. bei den in den 80 er Jahren mehrfach in Berlin zur Anwendung gekommenen symmetrischen Doppelweichen des Flachschienenoberbaues Fischer-Dick.[66])

Bei Ausweichungen, deren Weichen nur in einer Richtung befahren werden, wird gewöhnlich die bewegliche Zunge mit einer Rückstellvorrichtung versehen, welche mittels Feder, Gewichtshebel u. dergl. die Zunge in die Normalstellung zurückführt.

Auch hat man den Versuch gemacht, die Zunge selbst federnd anzuordnen, wobei sie an der Zungenwurzel mit dem Gleitstuhl fest vernietet oder verschraubt wurde.[67])

Während Weichen mit einer festen und einer drehbaren Zunge noch heute im Ausland, besonders in England und Amerika, vielfach im Gebrauch sind, ist man in Deutschland — besonders seit Einführung des elektrischen Betriebes — fast überall von dieser Form der Weichen abgekommen und verwendet Weichen mit zwei drehbaren Zungen, welche eine zuverlässigere Führung der Räder der Strafsenbahnwagen in jeder Fahrtrichtung gewährleisten. Die beiden Zungen sind durch eine unter der Strafsenoberfläche in einem Kasten befindliche Kuppelungsstange miteinander verbunden.

Derartige Weichen mit zwei drehbaren Zungen werden, sofern sie nur in einer Fahrtrichtung befahren werden, ebenfalls als „Schnappweichen" mit Rückstellvorrichtung der Zungen ausgebildet, wobei entweder die Kuppelung der beiden Zungen beibehalten oder jede Zunge für sich allein abgefedert wird.

b) Zungenvorrichtungen. Zur Zeit des Flachschienenoberbaues bestanden die Zungenvorrichtungen aus einem flachen, auf Holzlangschwellen aufgesattelten Schienenstück mit entsprechend breiter Rille, in welcher die flache Zunge verschiebbar oder drehbar eingelegt war. Bei Einführung der Trägerschienen wurden dann für die Zungenvorrichtungen besondere trogförmige Gleitstühle aus Gufsstahl bezw. Hartgufs hergestellt (s. Abb. 1 bis 5, Taf. XVI). Später ging man dann dazu über, die Weichenteile aus Schienen herzustellen, wobei für den Gleitstuhl der Zungenvorrichtungen ein besonderes, zwischen den durchlaufenden Schienen gelagertes und mit ihnen verschraubtes Gufsstück aus Gufseisen oder Gufsstahl zur Anwendung kam.

Als Beispiele für die bauliche Anordnung der Zungenvorrichtungen seien im folgenden drei verschiedene Ausführungen näher beschrieben.

α) Hartgufs-Weiche für normalspurige Bahn, ausgeführt von dem Grusonwerk in Magdeburg[68]) (s. Abb. 1 bis 5, Taf. XVI) mit zwei beweglichen Zungen und anstofsenden Phönixschienen. Die Zungen sind nach einem Halbmesser von 30 m gekrümmt und haben von der Spitze bis zum Drehpunkt eine Länge von 2,05 m. Die Weiche besteht auf jeder Seite aus einem Hartgufsstück von 3,0 m Länge mit Platten und Ansätzen an den Enden von je 0,31 m Länge zur Aufnahme der anstofsenden Schienen. Der Querschnitt der Weiche ist ⊓-förmig, 140 mm hoch, sehr kräftig gehalten, die Zungen bestehen aus Stahl, 32 mm stark, die Spitze ist durch eine wagerecht liegende Platte *m* niedergehalten, die mit den Zungen sich verschiebt (s. Querschnitt *e f*, Abb. 4). Zur Verbindung der Zungen dient eine in einem Gufskasten liegende Kuppelungsstange, die Zungen sind im vorliegenden Beispiele nur zum Bewegen von Hand eingerichtet. Die Befestigung der Zunge an ihrer Wurzel erfolgt durch Stiftschraube von oben

---

66) Dietrich a. a. O. S. 27.

67) Die federnde Weiche des Bochumer Vereines. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 1217.

68) Nach einer Zeichnung des Grusonwerkes, Magdeburg.

(s. Querschnitt *c d*, Abb. 3), doch ist diese Befestigungsart neuerdings, weil sie sich nicht bewährte, verlassen worden, und wird die Zunge mit Drehzapfen ausgeführt.

Die Verbindung der Schienen an der Weichenwurzel mit den Hartgufsstücken geschieht durch Laschen und Bolzen (s. Schnitt *a b*, Abb. 5), im Anschlufs hieran ist zwischen die Fahrschienen ein Gufsstück *k* eingeschoben (s. Längenschnitt, Abb. 2), das sich so weit erstreckt, bis genügender Raum zwischen den Schienen zum Einbringen von Pflaster vorhanden ist. (Die in Abb. 1 leicht schraffierten Oberflächen der Schienen stellen die vom Radkranz berührten Fahrkanten dar.)

Bei denjenigen Weichen, bei welchen die Rückwärtsbewegung der Zungen selbsttätig geschieht, ist der Kuppelungskasten *q* etwas gröfser, um an der Kuppelung eine Feder befestigen zu können, welche die Zurückbewegung der Zungen bewirkt. Das Gesamtgewicht der Zungenvorrichtung beträgt 835 kg.

β) Weiche aus Phönix-Rillenschienen mit einer beweglichen Zunge.[69]) Die Aktiengesellschaft „Phönix“ fertigt ihre verschiedenen Weichen und Kreuzungen ausschliefslich aus Stahlschienen an, es werden nur zur Verbindung der Konstruktionsteile einzelne Gufsstücke verwendet. Die Anordnung wird hierdurch umständlich, aber vermehrte Tragfähigkeit und besserer Widerstand gegen Stofswirkungen dürfte namentlich für Bahnen mit schweren Motorwagen deren Anwendung angezeigt erscheinen lassen.

Die in Taf. XVI, Abb. 6 bis 12 dargestellte Federweiche besteht aus zwei Weichenstücken, die aus entsprechend bearbeiteten gewöhnlichen Phönixschienen zusammengesetzt sind, welche auf einer schmiedeisernen Platte von 20 mm Stärke befestigt sind. Die bewegliche Zunge liegt in geradem Gleise, dieselbe hat eine Länge von 2,4 m, ist 40 mm stark und wird durch eine Feder wieder in die normale Stellung zurückgeführt, wenn ein von dem gekrümmten Gleise einfahrender Wagen dieselbe aufschneidet (s. Abb. 12, Schnitt *i k*). Die feste gegenüberliegende Spitze besteht aus einem Stahlstück mit Auflaufeinlage, so dafs an der Spitze selbst der Spurkranz des Rades aufläuft (s. Schnitt *g h*, Abb. 11) und die Abnutzung der Spitze vermieden wird. Ein Aufsteigen auf die feste Spitze wird dadurch verhindert, dafs die längere bewegliche Spitze die Führung bildet. Am Ende der Weichen sind wieder Gufsstücke zwischen den Fahrschienen eingelegt, deren Oberfläche geriffelt ist, bis die gröfsere Entfernung der Fahrschienen das Einlegen von Pflastersteinen gestattet. Die Gufskästchen, von denen aus die Feder zugänglich ist, sind mit Klappdeckeln versehen und stehen durch ein Ablaufrohr mit dem Entwässerungskanal der Strafse in Verbindung (s. Abb. 12, Schnitt *i k*).

Die Zungenwurzel ist hier mit einem sogenannten „Drehteller“ versehen (s. Abb. 9, Schnitt *c d*), welcher von unten mittels Stiftschrauben an der Zunge befestigt ist. Gegen Abheben ist die Zunge durch einen in den Drehteller eingreifenden Schubriegel gesichert, welcher mittels Stiftschrauben in dem Gleitstuhl befestigt ist (s. Abb. 6, Aufsicht auf das Zungenstück). Bei anderen ähnlichen Ausführungen erfolgt die Befestigung des Drehtellers durch Längskeile, welche in die Spurrille eingelegt werden, auch ist vereinzelt die Befestigung mittels eines seitlich in den Drehteller eingreifenden Drehzapfens (Bochumer Verein) vorgenommen worden. Anstelle des Drehtellers verwendet die A.-G. „Phönix“[70]) neuerdings einen Drehzapfen nach Abb. 154 bis 156. Die Zunge ist an ihrer Wurzel über beide Spurrillen fort verbreitert und hat unterhalb ihrer Auflagerfläche einen zylindrischen Drehzapfen von 120 mm Durchmesser und 50 mm Höhe.

---

[69]) Nach einer Zeichnung der Akt.-Ges. „Phönix“ in Duisburg-Ruhrort.

[70]) Nach einer Zeichnung der Akt.-Ges. „Phönix“ in Duisburg-Ruhrort.

Abb. 154 bis 156.
Zungendrehpunkt, Bauart „Phönix“. M. 1 : 12.

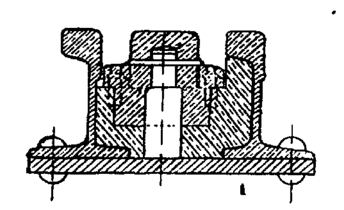


Abb. 154. Querschnitt *a—b*.

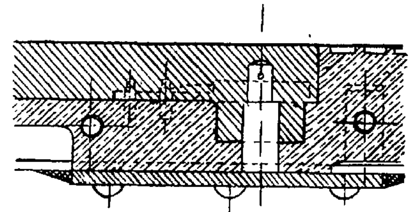


Abb. 155. Längsschnitt.

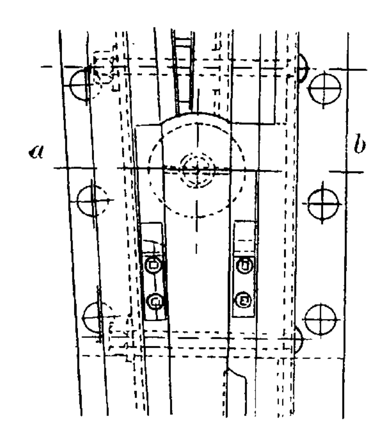


Abb. 156. Grundrifs.

welcher in dem aus Gufsstahl bestehenden Gleitstuhl gelagert ist. Um das Kanten der Zunge zu verhindern und das Stellen zu erleichtern, ist in den Drehzapfen ein 50 **mm** starker Bolzen von unten eingelassen und durch einen Querstift befestigt. Der Drehbolzen sitzt mit seiner Grundfläche auf der Grundplatte der Zungenvorrichtung auf. Die Sicherung der Zunge gegen Abheben geschieht durch in den Spurrillen liegende Krampen, welche über den verbreiterten Fufs der Zungenwurzel greifen und in dem Gleitstuhl mit je 2 Stiftschrauben von oben her befestigt sind.

Bemerkenswert ist schliefslich noch bezüglich der Zungenbefestigung eine von den Westfälischen Stahlwerken, Bochum, eingeführte Anordnung eines vor dem Zungendrehpunkt liegenden, unter der Zunge drehbar befestigten Riegels, welcher in Aussparungen der Schienenstege der Backenschienen eingreift und so das Abheben der Zunge verhindert.

γ) Weiche für Haarmann'schen Oberbau mit Wechselstegverblattschienen. Die in Abb. 13 bis 20 der Taf. XVI dargestellte Linksweiche[71]) für einen Halbmesser von 50 **m** hat zwei bewegliche Zungen und eine Umstellvorrichtung mit Gegengewicht. Der Haarmann'sche Oberbau eignet sich gut zur Anfertigung von Weichen, da die Fahrschienen unverändert als Backenschienen beibehalten werden können. Sie haben nur an der Zungenspitze eine kleine Abbiegung und Ausarbeitung erhalten, um die Spitze nicht zu schwach halten zu müssen (s. Schnitt *a b*, Abb. 15). Auf die Länge der Zungen sind sodann die Leitschienen ebenfalls aus (unveränderten) Fahrschienen gebildet, um gröfsere Standsicherheit der Anordnung zu erreichen. Die Zungen haben eine Länge von 2,575 **m**, bestehen aus bearbeitetem Stahl von 60 **mm** Stärke und sind an der Spitze durch die Kuppelungsstange niedergehalten, welche die Zungen miteinander verbindet. Wie bei den vorhergehenden Beispielen (s. Längenschnitt *n o*, Abb. 13) ruhen die Zungen der ganzen Länge nach auf einem Gufsstahl-Gleitstuhl auf, der zwischen Fahrschiene und Leitschiene befestigt ist. Die Verlängerung der Zungen nach hinten besteht aus einem Gufsstahlblock von 950 **mm** Länge, an welchen die Fahrschienen befestigt sind (s. Schnitt *g h*, Abb. 18), ein mit geriffelter Oberfläche versehenes Gufsstück *p* bildet die Fortsetzung bis zur Pflasterung (s. Längenschnitt *n o*, Abb. 13).

Ein gufseiserner Kasten der in der Nähe der Zungenspitze zwischen die beiden Weichenstücke eingeschoben ist, enthält die Umstellvorrichtung, die einfach aus einem Gewichtshebel besteht, der mit Hilfe eines in den Schlitz des Deckels eingeführten Hakens umgelegt wird. Der Kasten dient zugleich als Schlammsammler und ist mit Ablaufröhren zum Strafsenentwässerungskanal versehen. Die Kasten sind mit geriffeltem Blech abgedeckt, und die Deckel können behufs Reinigung abgenommen werden. Die an die Weiche anschliefsenden Schienen sind Wechselstegverblattschienen mit besonderen Leitschienen.

---

[71]) Nach einer Zeichnung des Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Vereins. Osnabrück.

Die Zunge hat an ihrer Wurzel einen exzentrisch angeordneten Drehteller, welcher von oben durch einen in der Spurrille eingetriebenen Längskeil niedergehalten wird; im übrigen greift die Zunge mit ihrem der Rundung des Drehtellers entsprechenden Ende in den anschliefsenden Gufsstahlblock ein, wodurch das Schlagen der überrollenden Räder vermieden wird.

δ) Besondere Weichenanordnungen. Bei den neuesten Ausbildungsformen der Zungenvorrichtungen wird besonders darauf geachtet, den Zungen eine möglichst breite Grundfläche zu geben, um den Auflagerdruck auf den Gleitstuhl soviel als möglich zu verringern und ein „Einfressen“ der Zunge zu verhindern, und es wird besonders die Verbreiterung des Zungenfufses unter der Fahrkante angestrebt, um ein Kanten der Zunge zu vermeiden.

Aus diesem Bestreben heraus ist z. B. die in Abb. 157 u. 158 dargestellte Zungendrehpunkts-Anordnung[72]) der Firma H. Grengel, Berlin (D. R. G. M. Nr. 415086) entstanden, welche der Zunge eine einseitige Verbreiterung des Fufses gibt, so dafs dieselbe unter den Kopf der Backenschiene unterschlägt. Der Drehzapfen ist dabei exzentrisch angeordnet, so dafs der Raddruck etwa durch die Mitte des Drehzapfens geht. Als Befestigung dient ein schwalbenschwanzförmiger, in die Spurrille eingelegter Längskeil K, welcher eine auswechselbare Lagerschale L mittels der geteilten Beilagen B an den Drehzapfen anprefst. Soll die Zunge ausgewechselt werden, so wird der Keil herausgeschlagen, die Beilagen entfernt und die Lagerschale seitlich verschoben, wodurch auch die seitliche Verschiebung der Zunge und, da der Zungenfufs nicht mehr von der Backenschiene gehalten ist, die Herausnahme der Zunge möglich wird. Als besonderer Vorteil der Konstruktion ist u. a. die Nachstellbarkeit der Lagerschale bei Abnutzung des Drehzapfens zu bezeichnen.

Abb. 157 u. 158. *Zungendrehpunkt mit Kippsicherung, Bauart H. Grengel.* M. 1 : 6.

Abb. 157. Querschnitt *a—b*.

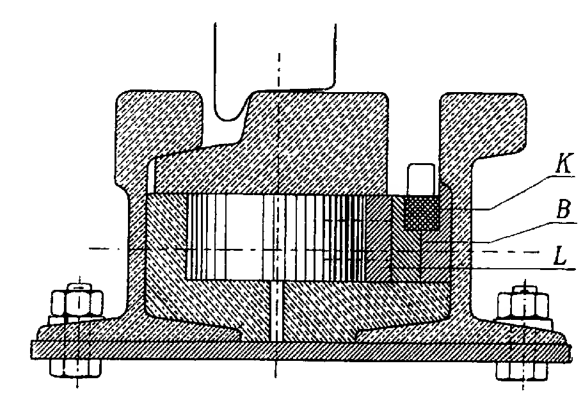
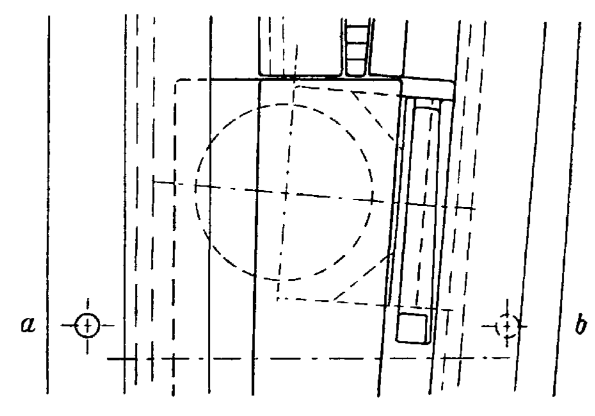


Abb. 158. Grundrifs.



Die Abnutzung der Zungendrehzapfen ist für die Betriebssicherheit gefährlich, es kann z. B. die Zunge infolge des Seitendruckes des Radflansches gegen den hinter dem Drehpunkt gelegenen Zungenteil unbeabsichtigt verstellt werden, was leicht zu Entgleisungen Anlafs gibt. Während bei der vorbeschriebenen Grengel'schen Anordnung diesem Nachteil durch Nachstellen der Befestigung begegnet wird, ist u. a. auch versucht worden (ebenfalls von H. Grengel, Berlin), durch Einlegen einer gekrümmten Blattfeder in eine hinter dem Drehzapfen ausgesparte Kammer des Gleitstuhles die Abnutzung des Drehzapfens unschädlich zu machen.

Um die unbeabsichtigte Umstellung der Zunge völlig unmöglich zu machen, hat E. Hesse, Berlin, eine eigenartige Anordnung des Zungendrehpunktes[73]) getroffen, die

[72]) Nach einer Zeichnung von H. Grengel. Berlin.

[73]) Busse, Kongrefsbericht Brüssel 1910, S. 478.

aus Abb. 159 u. 160 ersichtlich ist. Die Zunge ist an der Fahrkantenseite der Wurzel mit einem breiten seitlichen Lappen versehen, welcher mit seinen gerundeten Enden an den entsprechenden bogenförmig ausgearbeiteten Anschlägen einer von oben eingesetzten Verschlufsleiste anliegt und durch den an letzterer angebrachten Zapfen in seiner Lage erhalten wird. Die Verschlufsleiste ist schwalbenschwanzförmig in die Gegenschiene eingelassen und durch zwei in dieser gelagerten Nasenkeile gehalten. Im übrigen wird das Abheben der Zunge noch durch das Eingriffstück *i* auf der Gegenseite verhindert. Die Anschlufsschiene ist, um ein Schlagen der Räder zu vermeiden, schräg geschnitten und greift mit Fufs und Steg unter den Zungengleitstuhl.

Abb. 159 u. 160.
Zungendrehpunkt, Bauart E. Hesse. M. 1 : 6.

Abb. 159. Querschnitt *a—b*.

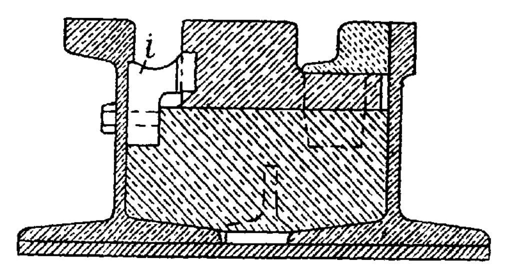


Abb. 160. Grundrifs.

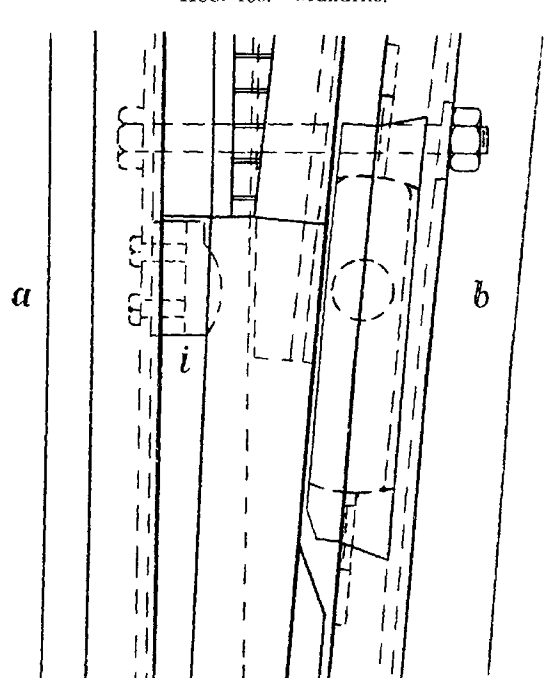


Abb. 161 u. 162.
Zungenspitze mit gerader Fahrschiene.
M. 1 : 8.

Abb. 161. Querschnitt *a—b*.

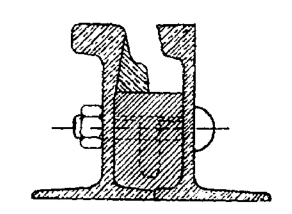
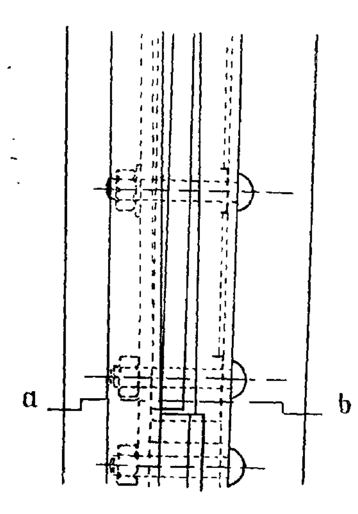


Abb. 162. Grundrifs.



Die Zunge selbst erhält eine möglichst breite Fufsfläche, sie wird daher zumeist so ausgebildet, dafs sie an ihrer Spitze unter den Kopf der Gegenschiene unterschlägt (s. Schnitt *ab*, Abb. 15, Taf. XVI).

Da die Zungenspitze bei dem üblichen Halbmesser der Zungen von 50 m sehr spitz ausläuft, wie die Abbildungen 161 u. 162 zeigen, hat man bisweilen die Fahrschiene ausgekröpft, um so für die Zungenspitze mehr Kopfbreite zu gewinnen; diese früher vielfach verwendete Anordnung ist in Abb. 163 dargestellt, sie hat indessen den Nachteil, dafs die Fahrschiene bei schmalen Radreifen an der Kröpfungsstelle leicht ausgefahren wird. Zweckmäfsiger ist deshalb die in den Abb. 164 u. 165 dargestellte

Abb. 163. *Zungenspitze mit gekröpfter Fahrschiene.* M. 1 : 8.

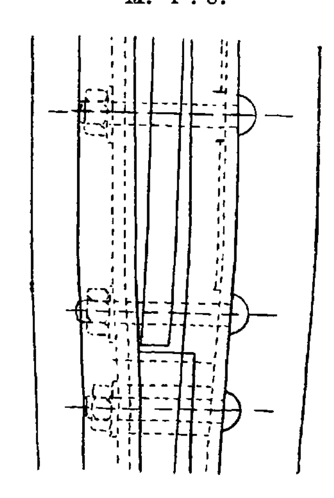


Abb. 164 u. 165. *Zungenspitze mit angeschnittener Fahrschiene.* M. 1 : 8.

Abb. 164. Querschnitt *a* – *b*.

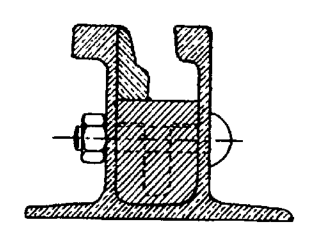


Abb. 165. Grundrifs.

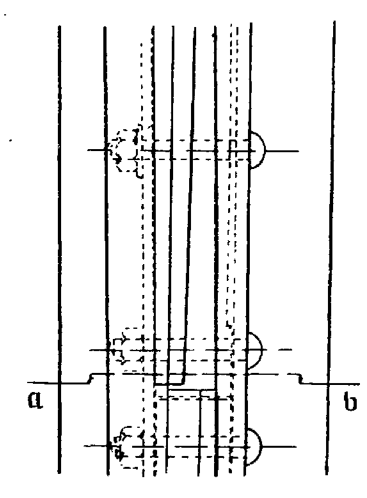
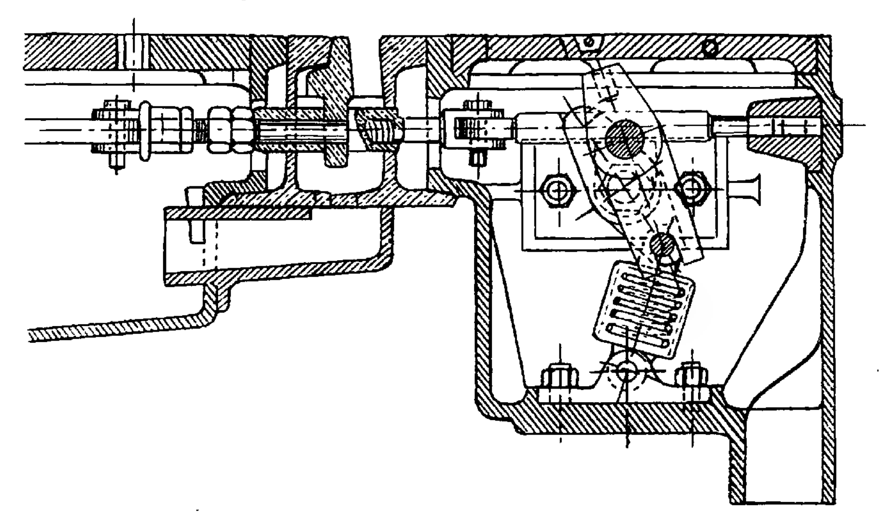


Abb. 166. *Zungensicherung für Universalweichen.* M. 1 : 10.



Ausklinkung der Fahrschiene, wie sie in neuester Zeit von der Aktien-Gesellschaft „Phönix“ [74]) vorgenommen wird. Die Zunge kann dann an der Spitze eine Kopfbreite von noch etwa 10 mm erhalten und ist so weniger der Beschädigung ausgesetzt, als bei spitz auslaufender Form. Diese Anordnung ist natürlich nur bei solchen Schienenprofilen ausführbar, deren Fahrkante den Schienensteg seitlich überragt, was bei den neueren Rillenschienen ebenso wie bei den Vignoles-Schienen vorliegt, während bei den älteren Rillenschienen die Fahrkante etwa gerade über den Steg, wenn nicht gar gegen letzteren zurückgesetzt lag.

Um zu erreichen, dafs die Zungenspitze an der Fahrkante der Backenschiene gut anliegt, sind aufser den oben erwähnten Abfederungen und Gegengewichten in neuerer Zeit auch besondere Zungensicherungen eingeführt worden. Eine der neuesten Ausführungen der Aktien-Gesellschaft „Phönix“ ist in Abb. 166 dargestellt und zwar für sogenannte „Universalweichen“, welche nach Bedarf als Stellweichen oder als Federweichen benutzt werden können. Die Kuppelungsstange der Zungen endigt hier in einer Gabelöse, in welcher das eine Ende eines Kniehebels geführt wird, der in seinem unteren Teil aus einer eingekapselten Feder besteht. Die Zungensicherung hat einen so weiten Ausschlag, dafs sie beim Aufschneiden der Zungen nicht bis an den toten Punkt geführt wird, ein Umlegen der Weiche also dadurch nicht eintreten kann, vielmehr wird die Zunge durch die Feder des Kniehebels in ihre alte Lage zurückgelegt. Die Umstellung in die entgegengesetzte Lage erfolgt vielmehr durch Einführen einer Stellstange in den Schlitz des Kastendeckels und Umlegen eines besonderen Hebels, welcher den Kniehebel über den toten Punkt in die entgegengesetzte Lage durchdrückt, wodurch dann die Kuppelungsstange verschoben, und die Zungen für die andere Fahrtrichtung gestellt werden.

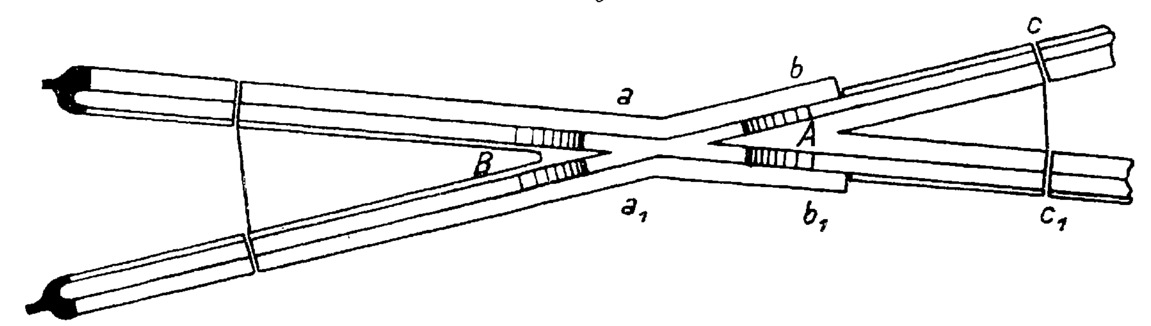
---

[74]) Die Abb. 161 bis 166 sind einer Druckschrift der Akt.-Ges. „Phönix“, Duisburg-Ruhrort, entnommen.

Da die Zungenvorrichtungen besonders der Abnutzung ausgesetzt sind, pflegt man für die Zungen selbst einen möglichst festen Stahl zu verwenden; u. a. hat sich hierfür Manganstahl gut bewährt.

Der Gleitstuhl besteht bei den neueren Ausführungen durchweg aus Gufsstahl mit gehobelter Oberfläche; bei einfacheren Ausführungen wird nur für das Drehzapfenlager Gufsstahl verwendet, während der übrige Teil aus Graugufs, eventuell mit gehärteter Oberfläche, hergestellt wird. Bemerkenswert für das Bestreben, auch solche einfacheren Zungenvorrichtungen dauernd selbst bei schwerem Betrieb zu verwenden, ist der von Uhrmacher in Bremen gemachte Vorschlag, die der Abnutzung besonders ausgesetzten Teile des Gleitstuhles auswechselbar zu gestalten. Zu dem Zweck wird eine mehrteilige, 10 mm starke Stahlplatte auf den Gleitstuhl aufgelegt und mit Haltestiften befestigt. Ist die Zunge an der Spitze abgefahren, so kann dieselbe abgehobelt und die Zungenunterlage entsprechend verstärkt werden, um die Zunge auf gleiche Höhe mit den Seiten- und Anschlufsschienen zu bringen. Auch für den Drehzapfen der Zunge kann durch Einlegen in eine auswechselbare Metallbüchse und Unterlegen eines auf den Gleitstuhl gelagerten Ringes Vorsorge gegen zu schnelle Abnutzung getroffen werden.

Abb. 167. *Anordnung eines Herzstückes.*



c) Die Herzstücke für Strafsenbahnen erhalten eine etwas andere Form, als diejenigen für Bahnen auf eigenem Bahnkörper, da die Spurrillen auf die ganze Länge der Kreuzung vorhanden sein müssen. Dem Herzstücke *A* gegenüber liegt deshalb eine zweite Spitze *B* (s. Abb. 167), welche nur den Zweck hat, die Spurrille zu begrenzen, und deshalb aus einer Gufsplatte bestehen kann, deren Oberfläche geriffelt ist, um das Ausgleiten der Zugtiere zu verhindern. Die Flügelschienen erhalten nur auf die Länge *a b* eine solche Breite, dafs die Radkränze auflaufen können, die Strecke *b c* kann schmäler sein, da dieses Stück nur zur Begrenzung der Spurrille dient. Wegen der geringen Breite der Radreifen sind die Herzstückspitze und die Flügelschienen der Abnutzung sehr ausgesetzt, deshalb erscheint die Anlage von keilförmigen Futterstücken zwischen Flügelschiene und Herzstück angezeigt, welche das Auflaufen des Spurkranzes gestatten, wenn man nicht die Anordnung beweglicher Spitzen[75]) vorzieht, durch welche Einrichtung die Spurrille beim Durchfahren der Wagen sich vollständig schliefst und die Spitze nach dem Durchfahren der Fahrzeuge durch eine Feder wieder in die Anfangslage zurückkehrt. Die bei Hauptbahnen dem Herzstück gegenüberliegenden Zwangschienen im äufseren Schienenstrang fallen hier weg, da die Spurrille des äufseren Schienenstranges eine vollständige Führung des Wagens gewährleistet.

Über die Winkel der Herzstücke ist schon oben das Nötige bemerkt, man wird möglichst Normalkreuzungen verwenden und nur bei Kurvenweichen besondere Formen wählen müssen.

[75]) Derartige Herzstücke mit beweglicher zungenartiger Spitze sind u. a. in Köln und Bremen verlegt worden und sollen sich daselbst gut bewährt haben.

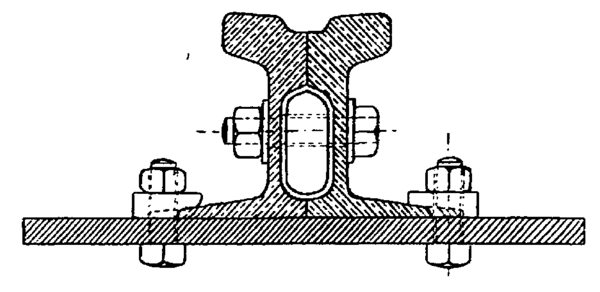
Bei der umständlichen Form der Herzstücke, ebenso wie auch der Kreuzungsstücke hat sich der Hartgufs als zweckmäfsig erwiesen, man ist indessen in neuerer Zeit bei Verwendung von Phönixschienen und Haarmann-Schienen mehr und mehr dazu übergegangen, die einzelnen Teile wie bei den Weichen aus gewöhnlichen Schienen zu bilden und dieselben durch Gufsstücke miteinander zu verbinden, wodurch allerdings gröfsere Haltbarkeit der Herzstücke erreicht wird, die bei der starken Abnutzung, denen dieselben ausgesetzt sind, stark ins Gewicht fällt. Die Anschlüsse des Oberbaues an die Herzstücke erfolgt in diesem Falle einfach durch gewöhnliche Laschenverbindung der Schienenstege, während bei Herzstücken aus Hartgufs besondere Lappen angegossen werden müssen, mit welchen die anstofsenden Schienen zu verlaschen sind.

Als Beispiele für ausgeführte Herzstücke sind folgende zu nennen:

α) Das in Abb. 21 bis 25, Taf. XVI dargestellte Herzstück von Friedr. Krupp, Grusonwerk, Magdeburg[76]) besteht aus Hartgufs in ⊓-Form, hat somit vermöge seiner Querschnittsform genügende Tragfähigkeit für unmittelbare Auflagerung auf dem Schotter; zur Vermehrung der Tragfähigkeit wird der unten offene Hohlraum der Gufskörper vor dem Verlegen der Weiche mit Zement ausgefüllt. k sind Keilstücke zum Ausfüllen des engsten Zwischenraumes zwischen den Schienen (s. Abb. 21 u. 22). An der Spitze reicht die Gufsplatte so weit herauf, dafs der Spurkranz zum Auflaufen kommt und die Flügelschiene geschont ist. Die vom Radkranz nicht berührten Flächen der oberen Platte sind geriffelt. Das Herzstück hat auch für Motorwagen genügende Festigkeit, etwas schwierig erscheint der Anschlufs des Oberbaues an den Hartgufs; es ist grofse Genauigkeit der Ausführung des Gusses nötig, damit am Zusammenstofs die Fahrflächen genau in gleicher Höhe liegen, die Haltbarkeit derartiger Herzstücke ist aber durchaus befriedigend. Die zur Ausfüllung zwischen den Schienen verwendeten Stücke k bestehen aus Gufseisen.

β) Ein Beispiel eines Herzstückes aus Phönix-Rillenschienen[77]) ist in Abb. 27 bis 32, Taf. XVI dargestellt. Das Herzstück ist aus Schienen zusammengesetzt, die durch Gufsstücke miteinander verbunden sind, ebenso die gegenüberliegende Spitze. Die Strecke zwischen den beiden Spitzen ist mit einem Futter aus Stahlgufs ausgefüllt, das bis 12 mm unter Schienenoberkante heraufreicht, so dafs der Spurkranz zum Auflaufen kommt. Die Anordnung gestattet die Auswechselung einzelner abgenutzter Teile und dürfte somit für starken Verkehr den ganz aus Hartgufs hergestellten Herzstücken vorzuziehen sein. Die Fahrflächen sind in der Abbildung durch leichte Schraffierung sichtbar gemacht, die eingeschobenen Stahlstücke sind aus den Querschnitten Abb. 28 u. 29 ersichtlich.

Abb. 168. *Herzstückmitte aus Flachrillenschienen, Bauart „Phönix“.* M. 1 : 8.



Bei neueren Ausführungen verwendet die A.-G. „Phönix“ ihre besonderen „Flachrillenschienen“ anstelle des aus Abb. 28, Taf. XVI ersichtlichen Auflaufstückes. Die Spurrille hat dann an der Überschneidungsstelle nur 25 mm Weite und 10 bis 12 mm Tiefe (s. Abb. 168).

Von besonderer Wichtigkeit ist für die aus Schienen zusammengesetzten Herzstücke, dafs die Herzstückspitze, welche der gröfsten Beanspruchung ausgesetzt ist, so aus dem

[76]) Nach einer Zeichnung des Grusonwerkes, Magdeburg.

[77]) Nach einer Zeichnung der Akt.-Ges. „Phönix“ in Duisburg-Ruhrort.

Schienenprofil herausgearbeitet wird, dafs sie durch den Schienensteg unterstützt ist. Um im übrigen die Herzstückspitze möglichst zu schonen, ist die Ausführung einer flachen Rille, sei es durch Verwendung der erwähnten Flachrillenschienen, sei es durch Einlegen von Auflaufstücken zweckmäfsig. Diese Aufläufe werden bei den aus normalen Schienen zusammengesetzten Herzstücken meist aus keilförmigen Auflaufstäben gebildet, welche in den Spurrillen mit Nieten oder Stiftschrauben befestigt, bezw. auch in ausgefräste seitliche Nuten der Spurrille eingeschoben oder schliefslich auch autogen eingeschweifst werden. Bemerkenswert ist hierfür u. a. eine der Firma F. Melaun, Berlin, durch D. R. P. Nr. 208823 geschützte Ausführung[78]), wobei die auswechselbaren Aufläufe als vollwandige Spurrillenstäbe nach Abb. 169 ausgebildet sind. Bei Auswechselung der Auflaufkeile bezw. wenn bei Flachrillenschienen (s. Abb. 168) die Spurrille zu sehr abgenutzt ist, werden die Fahr- und Führungskanten abgefräst oder autogen ausgeschnitten, die beschriebenen Spurrillenstäbe eingelegt und autogen angeschweifst.

γ) Ein Herzstück für Haarmann'schen Oberbau[79]) ist in Abb. 1 bis 7, Taf. XVII dargestellt (es bildet das Herzstück zu der in Abb. 26, Taf. XVI dargestellten symmetrischen Weiche). Das Herzstück und die gegenüberliegende Spitze bestehen beide aus einem Stahlgufs-Stück; an die Enden der Stahlblöcke sind die anstofsenden Schienen angeschraubt, und auf die Entfernung zwischen den Spitzen reichen die Stahlkörper so weit nach oben herauf, dafs die Spurkränze auflaufen können. Als Fortsetzung der Stahlblöcke sind zwischen die Schienen Gufsstücke k in solcher Länge eingelegt, dafs die anschliefsenden Pflastersteine genügend grofse Abmessungen erhalten (s. den Lageplan und Schnitt $A\ B$). Sonst findet das Gufseisen nur als Futterstück zwischen den Schienen Verwendung.

δ) Besondere Herzstück-Anordnungen. Erwähnenswert sind schliefslich diejenigen Anordnungen der Herzstücke, bei denen die Herzstückspitzen mit den Auflaufteilen auswechselbar hergestellt sind. Derartige aus besonders verschleifsfestem Material (Manganstahl) bestehende Herzstückteile werden vielfach in England und Amerika verwendet.

Abb. 169. *Herzstückmitte mit auswechselbarem eingeschweifstem Auflauf.* M. 1 : 8.

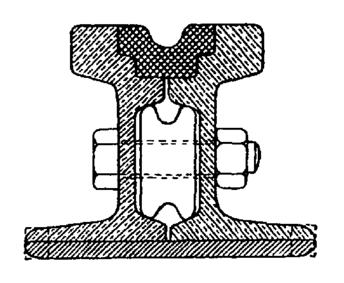
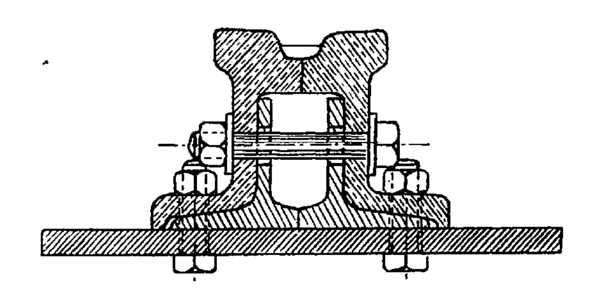


Abb. 170. *Herzstückmitte mit „Reiterauflauf".* M. 1 : 8.



Eine eigenartige, auswechselbare Herzstückspitze, bei welcher der ganze Mittelteil mit den Aufläufen und den Fahrschienen ausgewechselt werden kann, ist den Westfälischen Stahlwerken, Bochum, geschützt (D. R. G. M. Nr. 221941). Bei dieser als „Reiterauflauf" bezeichneten Konstruktion, welche Abb. 170 zeigt, ist der die Herzstückspitze tragende trogförmige Mittelteil auf den entsprechend abgeschnittenen Weichenschienen aufgesattelt und mittels Bolzen an den Stegen und Füfsen befestigt.

[78]) Deutsche Strafsen- und Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 1003.

[79]) Nach einer Zeichnung des Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Vereins, Osnabrück.

Die aus Schienen zusammengesetzten Herzstücke werden vielfach (wie auch aus den Abb. 168 u. 170 ersichtlich ist) auf Unterzugplatten von 15 bis 20 mm Stärke mit Klemmplattenbefestigung verlegt, um die genaue Höhenlage der Schienen zu sichern und den Druck auf die Bettung möglichst zu verringern. Neuerdings werden die Unterzugplatten auch wie bei Abb. 169 autogen angeschweifst.

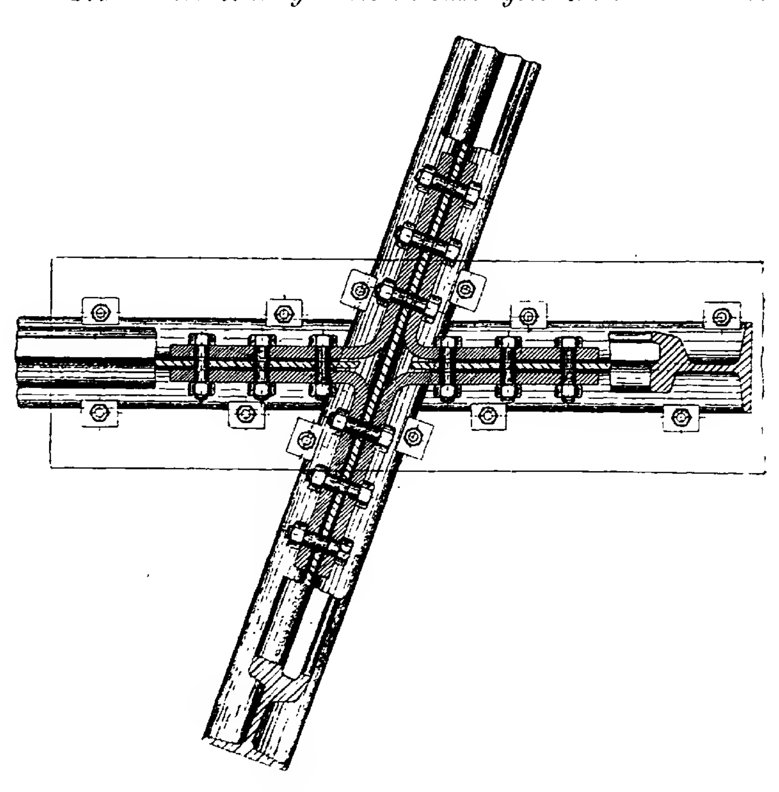
d) Kreuzungen. Gleiskreuzungen kommen bei Strafsenbahnen häufig vor, es können zunächst die Gleise zweier voneinander unabhängigen Zweige des Bahnnetzes sich schneiden; die Durchkreuzung erfolgt hier meist auf den Strafsenkreuzungen entweder im rechten oder in einem davon wenig abweichenden Winkel. Es sind aber Gleiskreuzungen auch da nötig, wo von zweigleisiger Bahn aus eine Abzweigung in einen ein- oder zweigleisig ausgeführten Nebenzweig erfolgt. Zu unterscheiden sind Kreuzungen von Strafsenbahnen untereinander und solche von Strafsenbahnen mit Eisenbahnen.

α) Gleiskreuzungen von Strafsenbahnen untereinander. Auf Plätzen, wo mehrere Linien sich vereinigen, sind Durchkreuzungen in grofser Zahl nötig, wie ein in Nürnberg ausgeführtes Beispiel zeigen mag (s. den Plärrerplatz Abb. 9, Taf. XVII), bei welchem drei doppelgleisige und eine eingleisige Linie einander kreuzen.

Was zunächst die Betriebssicherheit derartiger Gleiskreuzungen anbelangt, so ist die Gefahr des Zusammenstofsens von Wagen mit Rücksicht auf die nur mäfsige Fahrgeschwindigkeit gering, die Erfahrung zeigt, dafs Zusammenstöfse selten sind; die Wagen sind auch in Anbetracht der sehr schmalen Spurrillen (30 mm) so sicher im Gleis geführt, dafs ein Aufsteigen auf die Kreuzungsspitzen oder Weichenspitzen bei sorgfältiger Gleislage nicht häufig vorkommt.

Bei der Einmündung einer eingleisigen Bahn in eine zweigleisige kann die Durchkreuzung durch Einlage einer Verbindungsweiche nach Abb. 8, Taf. XVII vermieden werden; es erfordert die Anordnung aber die Einfügung einer besonderen Weiche, auch die Betriebssicherheit gewinnt hierdurch nicht, weil die Gefahrstrecke, auf welcher die Wagen zusammenstofsen können, wesentlich länger wird, die Durchkreuzung ist deshalb jedenfalls vorzuziehen.

Abb. 171. *Verlaschung eines Kreuzungsstückes.* M. 1 : 15.



Was das Material der Kreuzungsstücke anbelangt, so wurde beim Flachschienenoberbau dem Hartgufs der Vorzug gegeben, beim Trägerschienenoberbau aber werden im allgemeinen aus Schienen zusammengesetzte Kreuzungen vorgezogen; nur bei umständlichen Anordnungen, namentlich sehr nahe beisammen liegenden Kreuzungen sind Gufsteile aus Hartgufs oder Stahlgufs zweckmäfsig. Am Kreuzungspunkt sind wie bei den Weichenherzstücken Aufläufe zu empfehlen. Findet die Gleiskreuzung nahezu unter rechtem Winkel statt, so gehen am besten für die eine Fahrtrichtung die Schienen normal durch, die Schienen des kreuzenden Gleises

werden, wie Abb. 171 zeigt, stumpf angestofsen und durch kräftige Laschen mit den Schienen des kreuzenden Stranges verbunden; eine Verstärkung der Kreuzungspunkte erfolgt noch durch untergelegte Platten, welche eine sichere Übertragung der bewegten Lasten auf die Unterbettung bewirken.

Bei Kreuzungen unter sehr spitzem Winkel sind Ausführungen zu wählen, wie sie bei den gewöhnlichen Herzstücken beschrieben sind, wenn man nicht wegen der umständlichen Anordnung zum Hartgufs übergehen will.

Einige Beispiele für ausgeführte Kreuzungen sollen im folgenden beschrieben werden:

Eine Kreuzung von 26° aus Hartgufs der Firma Friedr. Krupp, Grusonwerk, Magdeburg, zeigt Abb. 10 u. 11, Taf. XVII. Von den Kreuzungsstücken haben diejenigen bei A und B ganz dieselbe Anordnung, wie bei dem in Abb. 21 bis 25, Taf. XVI dargestellten Herzstück einer gewöhnlichen Weiche, dagegen sind die Kreuzungsstücke C und D insofern von abweichender Form, als hier von den Spitzen $m\ n\ o$ (s. Abb. 11, Taf. XVII) nur der eine der Schenkel $m\ n$ als Fahrschiene dient, der andere $n\ o$ dagegen nur eine Leitschiene darstellt. Die Formen der Querschnitte entsprechen denjenigen der Abb. 23 bis 25, Taf. XVI, weshalb dieselben hier nicht besonders dargestellt sind.

Abb. 172 bis 174. *Kreuzungsstück für Kurvenkreuzungen, Bauart H. Grengel.* M. 1 : 35.

Abb. 172.

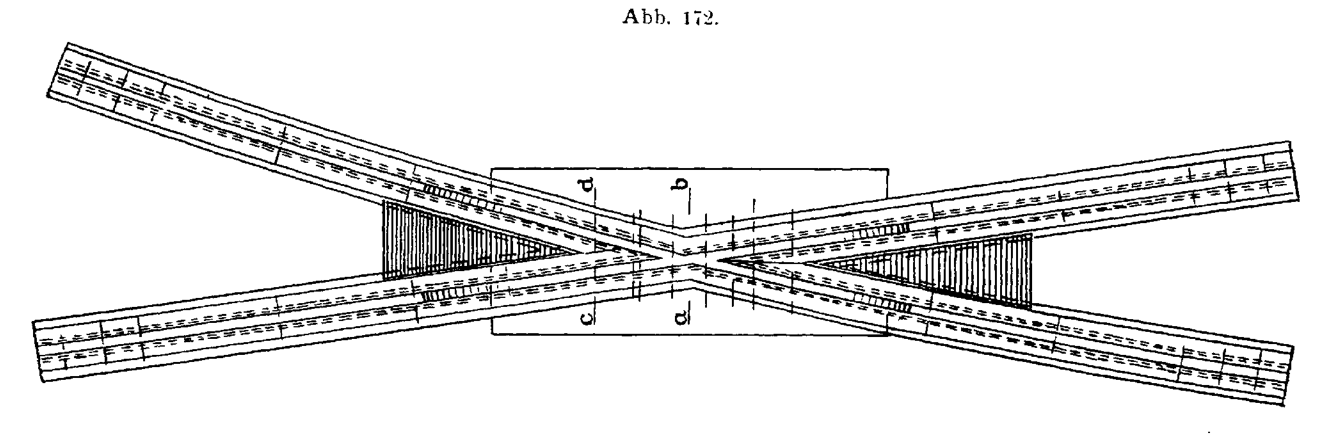


Abb. 173. Querschnitt a—b. M. 1 : 8.

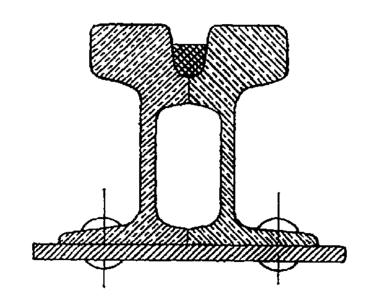
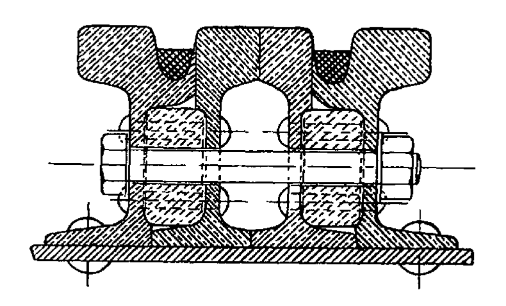


Abb. 174. Querschnitt c—d. M. 1 : 8.



Spitzwinklige Kreuzungen aus Phönixrillenschienen werden ähnlich hergestellt, wie vorstehend bei den Herzstücken beschrieben. Eine neuere Ausführungsform von Kreuzungsstücken für Kurvenkreuzungen ist in den Abb. 172 bis 174 nach einer der der Firma H. Grengel, Berlin[30]) geschützten Konstruktion (D. R. G. M. Nr. 410405) dargestellt. Um die in Kurven auftretende schnelle Abnutzung der Gegenschiene (Zwangsrippe) zu vermindern und der Gefahr der übermäfsigen Rillenerweiterung vorzubeugen, verwendet Grengel Kreuzungsstücke, welche aus je 2 Fahrschienen derart zusammengesetzt sind, dafs sie eine gemeinsame Rille erhalten (s. Schnitt $a - b$ in Abb. 173). Auch bei den Kreuzungsstücken werden ebenso wie bei den Herzstücken

[30]) Nach einer Zeichnung von H. Grengel, Berlin.

Auflaufkeile in die Kreuzungsrille eingelegt. Für nahezu rechtwinklige Kreuzungen hat sich in neuester Zeit eine den Westfälischen Stahlwerken, Bochum, geschützte Kreuzungskonstruktion (D. R. G. M. Nr. 260241) eingeführt.[81]) Dieselbe besteht, wie aus den Abb. 175 bis 178 ersichtlich ist, aus je zwei Fahrschienen, deren Rillenteil abgeschnitten ist, und welche im Abstand der normalen Spurrille von 30 mm auf einer Unterzugplatte befestigt sind. In den bis auf die Grundplatte hinabreichenden Rillenschlitz werden besondere Aufläufe (aus Manganstahl) mit Überblattung lose eingesetzt, und zwar ohne jegliche feste Verbindung mit den Fahrschienen, so dafs eine Auswechselung der abgefahrenen Aufläufe von oben ohne Aufbruch des Pflasters möglich ist. Die beschriebene Kreuzung, deren auswechselbare Aufläufe für jedes Kreuzungsstück einzeln oder auch über je zwei Kreuzungsstücke fortlaufend ausgebildet werden

Abb. 175 bis 178.

Kreuzungsstück m. auswechselbaren Aufläufen, Bauart Westf. Stahlw.

Abb. 175. Grundrifs. M. 1 : 20.

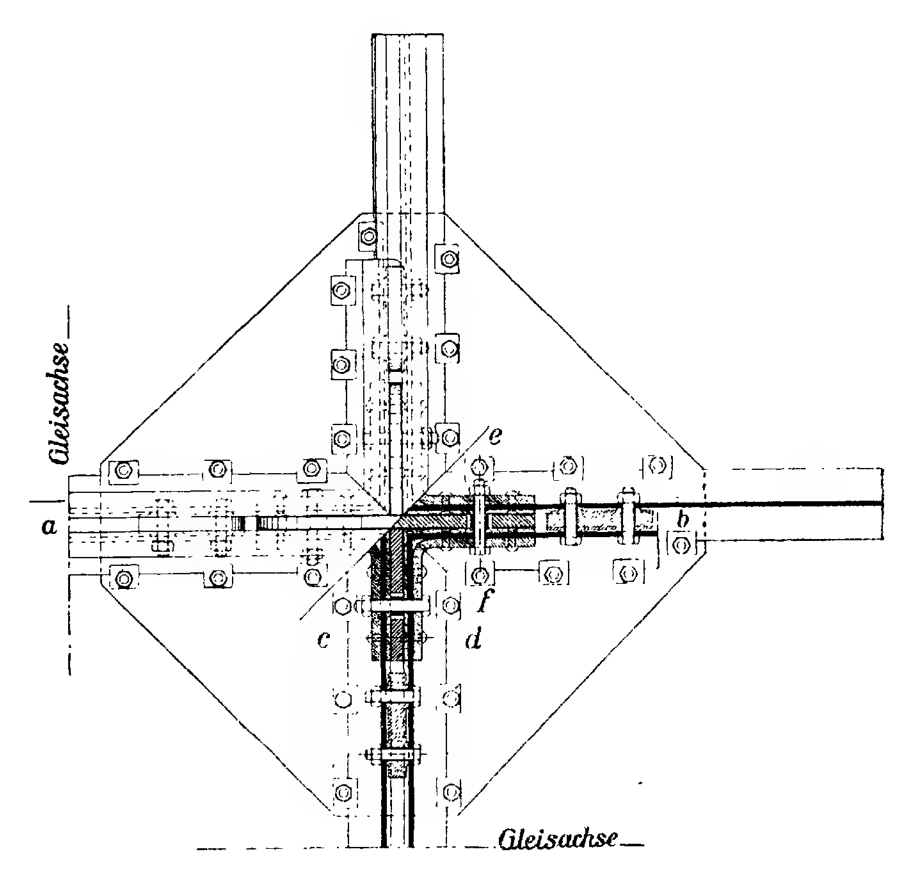
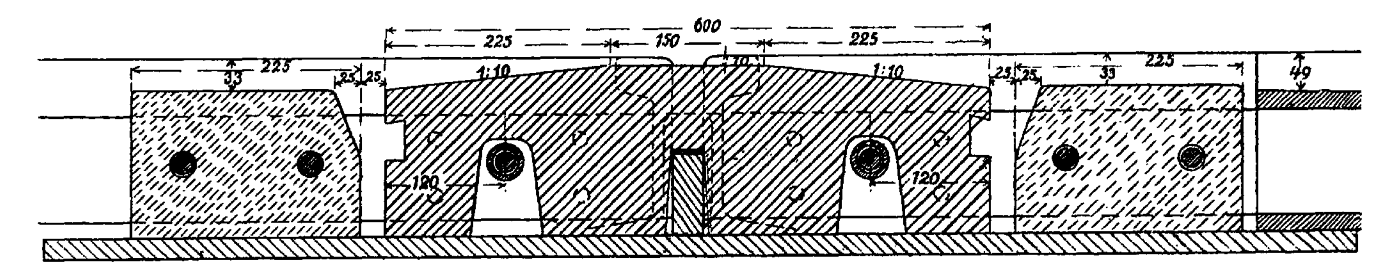
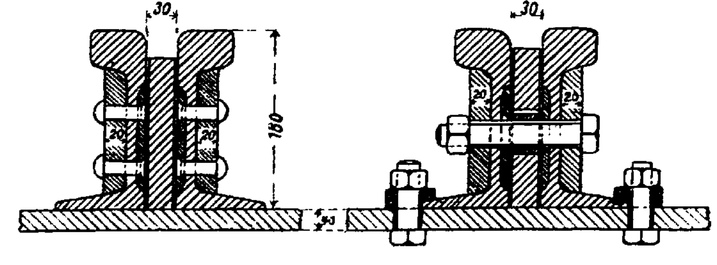


Abb. 176. Längsschnitt a—b. M. 1 : 10.



kann, um die Flachrille in der ganzen Kreuzung durchzuführen, ist u. a. bei den Städtischen Strafsenbahnen in Berlin seit einigen Jahren mehrfach versuchsweise verwendet worden.

Abb. 177. Querschnitt c—d. M. 1 : 10. Abb. 178. Querschnitt e—f.



Kreuzungen aus Haarmann-Schienen. Die Abb. 12 bis 14, Taf. XVII zeigen die allgemeine Anordnung einer nahezu rechtwinkligen Kreuzung für Haarmann'schen Oberbau; die Einzelheiten der unterstützenden Platten und die Ecklaschen sind aus den Querschnitten Abb. 15 u. 16 ersichtlich, ferner ist in dem

[81]) Dietrich a. a. O. S. 36.

Längenschnitt Abb. 13 die Form der Futterstücke zwischen den Fahrschienen dargestellt, welche so hoch heraufreichen, dafs beim Überfahren der Kreuzung die Spurkränze auflaufen und die Stofswirkungen beim Überfahren der Spurrille vermieden oder wenigstens gemildert sind.

Eine Kreuzung von etwa 33° für Haarmannschienen nach der durch Abb. 17, Taf. XVII dargestellten Anordnung zeigt Abb. 18, Taf. XVII. Die Kreuzungsstücke bestehen hierbei aus den gewöhnlichen Oberbauschienen (Wechselsteg-Verblattschienen) mit Spitze aus Stahlgufs; die Form der letzteren ist aus der Abb. 18 ersichtlich; die Stahlstücke, welche die Spitzen bilden, sind in der Abbildung durch Schraffierung kenntlich gemacht. Es tritt hierbei wieder wie in dem unter α) genannten Beispiel (Abb. 10) der Unterschied zwischen den Spitzen A, B und C, D hervor, die Einzelheiten entsprechen für beide der auf Taf. XVII, Abb. 1 bis 7 dargestellten Herzstückausbildung.

β) Gleiskreuzungen von Strafsenbahnen mit Eisenbahnen. Aufser den Kreuzungen von Strafsenbahngleisen untereinander verdienen noch die Kreuzungen von Strafsenbahnen mit Eisenbahnen besondere Beachtung.

Die Anordnung des Oberbaues mufs dabei derart erfolgen, dafs die Schienen der Hauptbahn ohne Veränderung durchgehen, die Schienen der Strafsenbahn müssen deshalb um Spurkranzhöhe höher gelegt und so weit durchschnitten werden, dafs die Radkränze der Eisenbahnfahrzeuge ungehindert durchgehen können. Es erfordert dies eine Öffnung von über 200 **mm** Breite, die nur dadurch annähernd ohne Stofs durch die Wagen der Strafsenbahn überfahren werden kann, dafs Auflauffutter eingelegt werden, welche allerdings auf die Breite der Spurkranzrille für die Hauptbahn fehlen müssen. Das Rad des Strafsenbahnwagens hat auf die ganze Breite der Öffnung keine Führung, es ist deshalb für die Sicherheit des Befahrens besser, wenn der Übergang nicht unter rechtem Winkel erfolgt, weil dann das Rad auf einer Seite geführt ist, während das auf der anderen Seite liegende die Öffnung passiert. Empfehlenswert ist deshalb, den Kreuzungswinkel der im übrigen geradlinig auszuführenden Kreuzung möglichst zu 70 bis 75° anzuordnen.[82])

Ein Beispiel einer solchen Kreuzung ist durch Abb. 19 bis 22, Taf. XVII dargestellt.[83]) Die Strafsenbahnschienen liegen 20 **mm** höher als die Schienen der Hauptbahn, die Öffnung hat eine Weite von $150 + 67 = 217$ **mm**, die Phönixschienen der Strafsenbahn sind auf die Länge des Überganges durch ⊓-Eisen unterstützt, welche zugleich die Stelle der Querschwellen der Hauptbahn vertreten. Um den schädlichen Einflufs des Wanderns der Hauptbahnschienen auf diejenigen der Strafsenbahn zu vermeiden, mufs von einer gegenseitigen Verschraubung der sich kreuzenden Schienen abgesehen werden. Die Auflaufstücke sind aus zähem, hartem Stahl herzustellen.

§ 8. Die Verlegung der Strafsenbahngleise. Die bei Einlegung von Strafsenbahngleisen in Landstrafsen oder städtischen Strafsen nötigen Änderungen des Strafsenoberbaues wurden bereits im Kap. II „Städtische Strafsen“, § 7 (S. 280) allgemein besprochen. Hier wäre nur noch auf einige Einzelheiten bezüglich des Einbaues und Anschlusses der Gleise an den Strafsenunterbau einzugehen.

1. **Chaussierte Strafsen.** Ein gutes Auflagern der Schienen auf dem Schotterbett wird am besten erreicht durch genügende Fufsbreite der Schienen (150 bis 180 **mm** für elektrische Bahnen) und durch sorgfältiges Unterstopfen der Schienen mit Schotter.

---

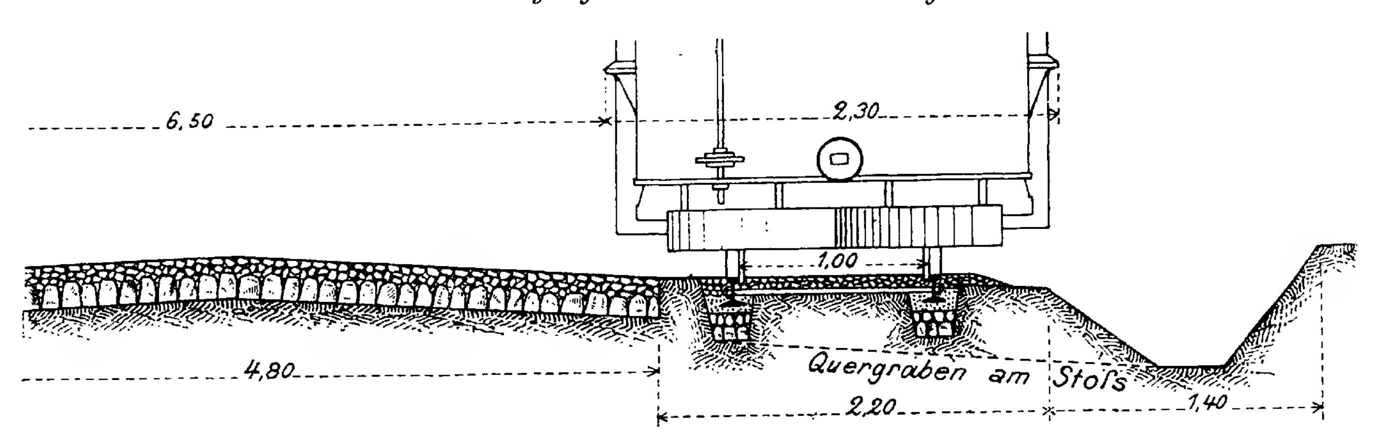
[82]) Dietrich a. a. O. S. 37.

[83]) Nach einer Zeichnung der Königl. Eisenbahn-Direktion Essen a. Ruhr.

Auch hat man die Auflagerung dadurch zu verbessern gesucht, dafs man unter den Schienen eine Schicht Beton eingelegt hat, um die Auflagerfläche zu verbreitern und die Unregelmäfsigkeiten des Schotters auszugleichen.

Um an Schottermasse zu sparen, hat man sich schon damit begnügt, nur unter den Schienen selbst den Unterbau zu verstärken, indem man Schlitze von etwa 0,4 **m** Breite und 0,4 **m** Tiefe aushob und mit Packlage und Schotter versah, auf dem dann die Schienen eingebettet wurden. Es kann dies für Strafsenbahnen auf Landstrafsen zweckmäfsig sein, erfordert aber dann die Entwässerung der Längsschlitze durch Quergräben, wie dies beispielsweise bei den Kleinbahnen im Rheingau, bei der Feldabahn und an anderen Orten geschehen ist. Das Querprofil einer derartigen Anordnung zeigt Abb. 179.

Abb. 179. *Gleisverlegung der Kleinbahn im Rheingau.* M. 1 : 25.



Bei Phönixschienen und Haarmann'schem Oberbau ist eine Ausfüllung des Raumes zwischen Schienenkopf und Fufs (der sogen. Schienenkammern) mit besonderen Materialien (Beton oder Backsteinen) meist entbehrlich; der Schotter schliefst sich an das unregelmäfsige Schienenprofil von selbst an, wir haben aber schon oben darauf hingewiesen, dafs das Einlegen von Strafsenbahngleisen in Schotterstrafsen bei starkem Strafsenverkehr mit vielen Nachteilen verbunden ist (s. Kap. II „Städtische Strafsen", § 7, S. 281). Es ist daher ratsam, die Schienen mit einer Reihe von Saumsteinen passender Höhe beiderseitig einzupflastern, um so dem Ausfahren von Löchern neben den Schienen, was infolge des „Spurens" der Strafsenfuhrwerke leicht eintritt, vorzubeugen.

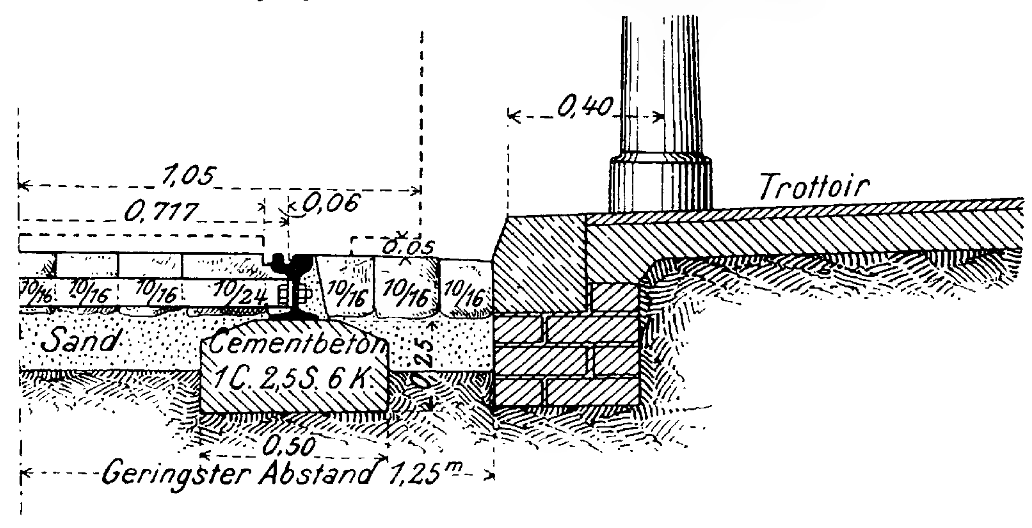
2. Strafsen mit Steinpflaster. Mängel des Unterbaues machen sich hier namentlich dadurch geltend, dafs die neben den Schienen liegenden Pflastersteine in Bewegung geraten und die Strafsenoberfläche eine unregelmäfsige Form erhält. Meist setzen sich die Schienen mehr, als das anliegende Pflaster, die Radkränze treffen auf die den Schienen zunächst anliegenden Pflastersteine und arbeiten Rinnen in denselben aus, oder verursachen ein „Kanten" der Anschlufssteine. Es erfordert deshalb eine gepflasterte Strafse eine noch sorgfältigere Fundierung der Strafsenbahn, wir verweisen in dieser Beziehung auf die Ausführungen im Kap. II „Städtische Strafsen", S. 281 und auf Abb. 20 u. 21, Taf. XI.

Der Anschlufs des Pflasters an die Schienen sollte in der Art erfolgen, dafs eine besondere Bearbeitung der Pflastersteine unnötig ist. Bei geringem Überstehen des Schienenfufses über den Kopf ist dies auch bei kleiner Schienenhöhe durch Anwendung pyramidaler Kopfsteine zu erreichen, besser erscheint es allerdings, die Schiene so hoch zu machen, dafs die Pflastersteine nicht mehr den Schienenfufs berühren, wozu eine Höhe der Schiene von 160 bis 180 **mm** notwendig ist.

In jedem Falle ist es aber erforderlich, die Schienenkammern mit Beton oder Formsteinen auszufüllen, um so für die Anschlufssteine ein festes Widerlager zu schaffen und das „Kanten" derselben möglichst zu verhindern.

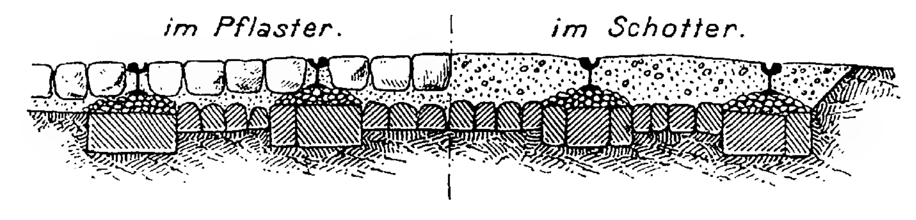
Bei der Städtischen Strafsenbahn in Köln ist das durch Abb. 180 dargestellte Querprofil der Bahn in gepflasterten Strafsen zur Ausführung gekommen. Die Schienen liegen auf einem Betonklotz von 0,5 **m** Breite und 0,25 **m** Höhe, welcher im Mischungsverhältnis 1 Zement, $2^1/_2$ Sand und 6 Kies hergestellt ist. Die Schienen von 18 **cm** Höhe werden nach dem Verlegen mit hölzernen Rammen niedergetrieben, so dafs sie satt und gleichmäfsig auf dem Beton aufliegen. Die seitlichen Schienenhohlräume werden mit Betonmörtel (1 Zement, 4 Sand, 1 Trafs) ausgefüllt, so dafs die 16 **cm** hohen Pflastersteine vollständig anliegen. Das Pflaster zwischen und neben den Schienen liegt auf einer 16 **cm** starken Sandschicht auf.

Abb. 180. *Gleisverlegung der Strafsenbahn in Köln in Pflasterstrafsen.* M. 1 : 25.



Beim Umbau der Züricher Pferdebahn[84]) in elektrischen Betrieb ist in gepflasterten Strafsen die Anordnung der Abb. 181 gewählt worden. Unter den Schienen liegen Klötze von Trockenmauerwerk von 0,5 **m** Breite und 0,25 **m** Dicke, zwischen diesen und den Schienenfüfsen ist Schlegelschotter eingebracht, welcher ein solides Unterstopfen der Schienen ermöglicht. Die Unterstützung des Pflasters besteht aus einem Grundbau mit gewöhnlichem Rundkiesschotter. (In ähnlicher Weise ist auch der Unterbau der Strafsenbahngleise in Schotterstrafsen eingerichtet, wie Abb. 181 auf der rechten Seite zeigt.) Die Schienenkammern sind hier mit Formstücken aus Zement ausgefüllt, um einen guten Anschlufs der Pflastersteine zu erzielen.

Abb. 181. *Gleisverlegung der Strafsenbahn in Zürich.* M. 1 : 25.



Erwähnung möge noch finden, dafs an einigen Orten in England und Amerika an Stelle des Anschlufspflasters besondere gufseiserne Klötze mit geriffelter Oberfläche verwendet werden, welche unter den Schienenkopf greifen und auf dem Schienenfufs aufsitzen.[85]) Da die Klötze mit den Schienen gleiche Höhe haben, was wegen der

[84]) Bericht über den Umbau der Züricher Pferdebahn. Zürich 1902, auch Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 242.

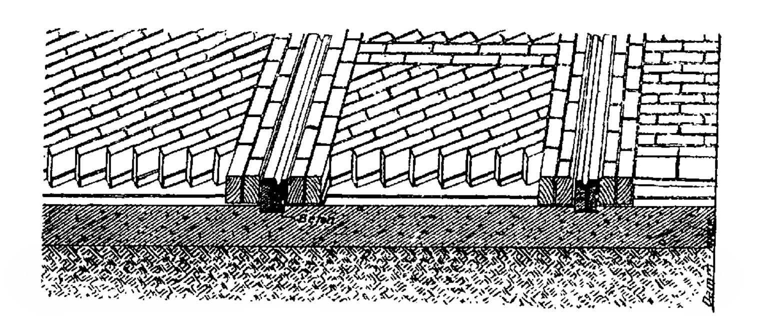
[85]) Dietrich a. a. O. S. 42.

Strafsenentwässerung unbedingt gefordert werden mufs, und da sie mit den Schienen auf demselben Bettungskoffer aufliegen, so läfst sich hiermit wohl ein guter Pflasteranschlufs erreichen, wenn man die sonstigen betriebstechnischen Nachteile (Glätte und Geräusch) und die hohen Kosten dieses „Eisenpflasters“ mit in den Kauf nehmen will.

3. **Strafsen mit Holzpflaster** verlangen, wie schon im Kap. II „Städtische Strafsen“, S. 282 ausgeführt wurde, für die Strafsenbahngleise eine veränderte Anordnung der Betonunterlage, weil die Schienen höher sind als die Holzklötze (s. Abb. 22, Taf. XIV); es ist sodann auch die Ausfüllung der Schienenhohlräume mit Beton nötig, damit die vollständig parallelepipedischen Klötze ein genau ebenes seitliches Auflager erhalten. Da erfahrungsgemäfs die Oberfläche des Holzpflasters sich verhältnismäfsig rasch abnutzt, so stehen nach wenigen Jahren die Schienen über den Holzbelag vor und die Sicherheit des Befahrens für das gewöhnliche Fuhrwerk ist beeinträchtigt. Mit blofsen Flickarbeiten ist nichts ausgerichtet, es mufs deshalb alle 3 bis 4 Jahre der Holzbelag zwischen und neben den Schienen eine vollständige Erneuerung erfahren.

Da die Abnutzung des Holzpflasters dicht an den Schienen wegen des „Spurens“ der Strafsenfuhrwerke am gröfsten ist, empfiehlt es sich, das Anschlufspflaster in Saumreihen herzustellen, und zwar entweder in Form von doppelten Längsreihen beiderseits der Schienen, wie Abb. 182 nach einer in Berlin vorgenommenen Ausführung zeigt, oder als einzelne Saumreihen mit quergestellten Holzstöckeln, welche dann aber noch durch eine Langreihe etwas schmälerer Stöckel von dem aufserhalb liegenden Holzpflaster zu trennen sind, um die Auswechselung der abgefahrenen Saumreihe ohne Aufnahme des seitlichen Pflasters ermöglichen zu können.

Abb. 182. *Gleisverlegung in Holzpflaster mit Diagonalreihen.* M. 1 : 50.



Wenn in Abb. 182 das Holzpflaster in diagonalen Reihen auch zwischen den Schienen verlegt worden ist, so ist dies als unzweckmäfsig zu bezeichnen, wegen des dabei unvermeidlichen Verschnittes der Holzstöckel. Man pflegt daher in neuerer Zeit der Anordnung von rechtwinkligen Querreihen den Vorzug zu geben, zumal schon wegen der Spurhalter, welche unbedingt eine Einfassung durch Querreihen erfordern, wie auch aus Abb. 182 ersichtlich ist. Ohne auf die sonstigen Vorteile des Hartholz- oder Weichholzpflasters hier einzugehen, scheint es unseres Erachtens zweckmäfsig zu sein, für die den Schienenanschlufs bildenden Saumreihen dem Hartholz (australisches Tallowwood u. ä.) den Vorzug zu geben, da dieses Material der erhöhten Beanspruchung neben den Schienen besser entspricht als das Weichholzpflaster. Die Verlegung der Gleise in Holzstrafsen erfolgt in der Regel so, dafs eine etwa 20 **cm** starke durchgehende Betonbettung (z. B. Kiesbeton 1 : 8) hergestellt wird, auf welcher die Gleise vorgelegt werden, wobei die Schienenkammern sorgfältig mit Beton ausgefüllt werden; das Anschlufspflaster wird dann auf einer 1 **cm** starken Zementputzschicht in üblicher Ausführung verlegt.

In neuester Zeit werden vielfach die Schienen auf besonderen Ankern in der Betonbettung befestigt. Eine derartige in Amerika (Indianapolis) vorgenommene Ausführung zeigt Abb. 183. Die Betonbettung unter den Schienen ist dabei der Verankerung wegen stärker als sonst üblich hergestellt worden (etwa 0,3 **m** stark), während die Bettung

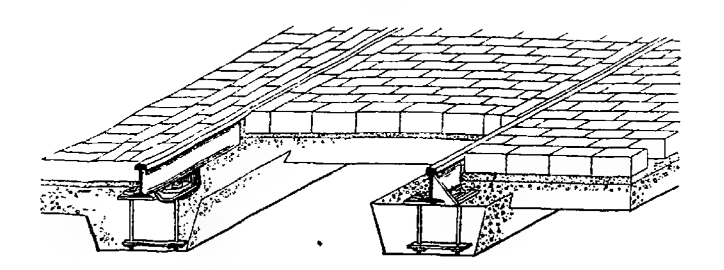


Abb. 183. *Gleisverlegung in Holzpflaster mit Querreihen (Schienenverankerung).* M. 1 : 50.

des Zwischenpflasters nur 0,15 m Stärke erhalten hat. Da bei der dargestellten Ausführung hochstegige Vignolesschienen in Anwendung gekommen sind, war es notwendig, die innerhalb der Spur in je einer Längsreihe verlegten Anschlufsstöckel zur Herstellung der Spurrille abzuarbeiten, eine Ausführung, die nicht gerade als empfehlenswert anzusehen ist.

4. Asphaltierte Strafsen. Bei Asphaltstrafsen kann die Verstärkung der Betonschicht unter den Schienensträngen in ähnlicher Weise ausgeführt werden, wie bei Holzpflaster und Steinpflaster; als ein Beispiel möge die Anordnung der Kölner Strafsenbahn angeführt werden, wo die Schienen auf Betonklötzen von 0,5 m Breite und 0,25 m Stärke unter Schienenunterkante aufliegen, während der Beton unter dem Asphalt nur eine Stärke von 0,2 m erhält (s. Abb. 184).

Abb. 184.
Gleisverlegung der Strafsenbahn in Köln in Asphaltstrafsen. M. 1 : 25.

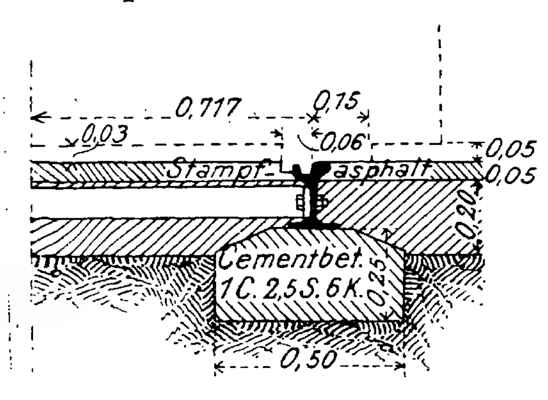
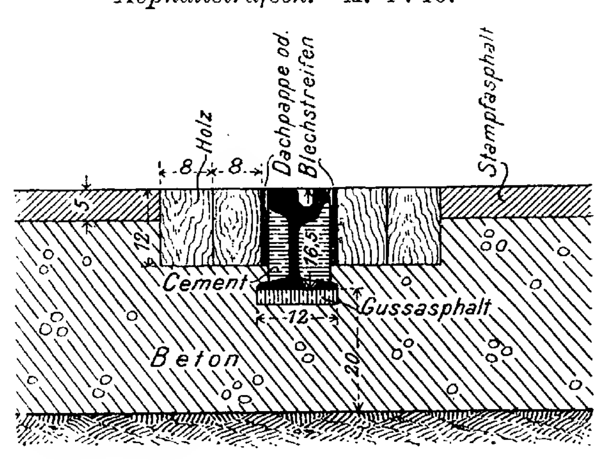


Abb. 185.
Gleisverlegung der Strafsenbahn in Leipzig in Asphaltstrafsen. M. 1 : 15.



Es haben sich nun bei Asphaltstrafsen mehrfache Schwierigkeiten in der Unterhaltung der Strafsenbahngleise gezeigt, welche einmal darin bestehen, dafs der an die Schienen anstofsende Stampfasphalt baldiger Zerstörung ausgesetzt ist, sowohl durch die immerwährenden, beim Befahren der Gleise hervorgebrachten Erschütterungen, als auch durch den längs der Schienen sich hinziehenden Verkehr, so dafs sich Ausbesserungen des Anschlufspflasters alle 1 bis 2 Jahre als notwendig herausgestellt haben. Das in Berlin in früherer Zeit angewandte Hilfsmittel, Pflasterreihen oder Granitschwellen neben den Fahrschienen einzulegen, hat sich nicht bewährt, weil die Auswechselung schadhafter Steine mit grofsen Schwierigkeiten verbunden war. Diese Bauart ist daher bald wieder aufgegeben worden. Auch die in Leipzig versuchsweise angewendete Einfassung der Schienen mit Saumreihen aus Hartholz (s. Abb. 185) hat sich daselbst angeblich nicht bewährt, was aber unseres Erachtens auf Fehler bei der Gleisverlegung (Schienen-Untergufs) zurückzuführen ist, wovon noch später die Rede sein wird.

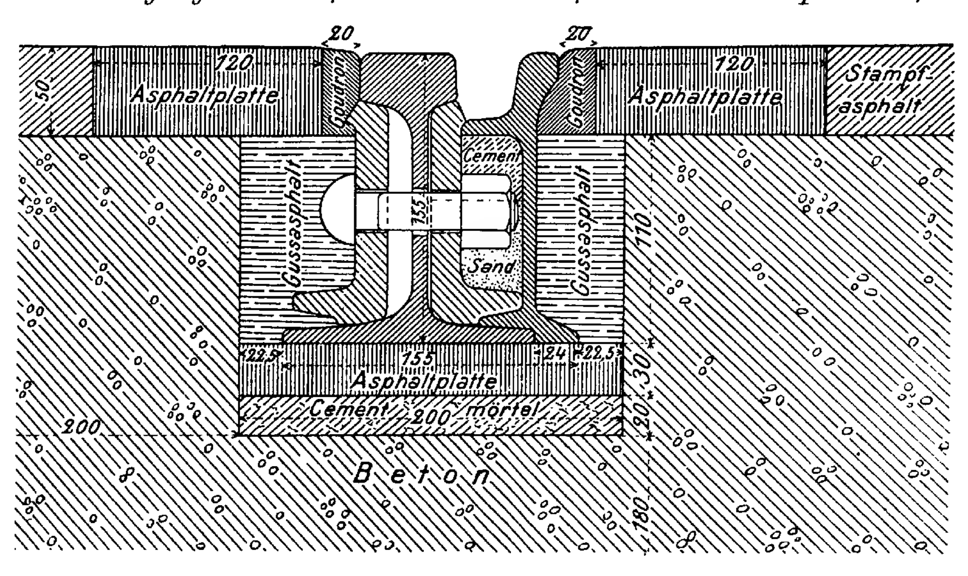
Ein weiterer, noch schwerer wiegender Nachteil bei Gleisen in Asphaltstrafsen ist in Hannover und Mannheim beobachtet worden, dafs nämlich der die Schienen umgebende Beton baldiger Zerstörung unterliegt, welche nach Beobachtungen in Hannover[86]) seitlich der Schienen bis 15 cm und unterhalb der Schienen bis 5 cm

[86]) Lammers, Strafsenbahngleise in Asphaltstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 98.

beträgt und namentlich an den Schienenstöfsen und bei Weichen und Kreuzungen sich bemerklich macht.

Diese Zerstörungen des Betons sind nun einerseits auf die Erschütterungen durch das Befahren der Gleise, zumal bei mangelhaften Schienenstofsverbindungen zurückzuführen, andererseits rühren sie vom Eindringen des Wassers zwischen den Schienen und dem Asphalt her. Ein Einflufs mag auch dem Salzstreuen im Winter (behufs Auftauen des Schnees) zuzuschreiben sein, da das Salzwasser unter Umständen den Beton zerstört. Die in neuerer Zeit getroffenen Anordnungen, welche den Zweck haben, die Zerstörung des Stampfasphaltes neben der Schiene und das Zerfressen des Betons zu verhüten, bestanden nun darin, dafs der Anschlufs der Schienen an den Asphalt und den Beton vollständig vermieden wird. Man legte zunächst die Schienen auf eine Lage von Gufsasphalt oder auf Asphaltplatten auf, welche ein angeblich elastisches Mittel[87]) zwischen der Betonunterlage und den Schienen bilden, und umgiebt die Seitenflächen der Schienen mit Gufsasphalt oder Goudron, wodurch die schädlichen Wirkungen der Erschütterung gemildert und das Eindringen des Wassers gehindert werden soll. Ferner sind auch in Hannover, Mannheim, Frankfurt u. a. O. Asphaltplatten zur Vermittelung des Anschlusses zwischen Schiene und Stampfasphalt benutzt worden.

Abb. 186. *Gleisverlegung der Strafsenbahn in Frankfurt a. M. in Asphaltstrafsen.* M. 1 : 5.



Die Anordnung des Oberbaues der Frankfurter normalspurigen Strafsenbahnen in Asphaltstrafsen (im Jahre 1901) ist durch Abb. 186 dargestellt; die unter dem Schienenfufs liegenden Asphaltplatten aus der Fabrik Sehnde bei Hannover sind 200 mm breit bei 30 mm Dicke, dieselben werden beim Verlegen der Schiene an diese mit Draht befestigt und sorgfältig mit flüssigem Zement untergossen.

Der Oberbau besteht aus Haarmann'schen Wechselstegverblattschienen von 155 mm Höhe. Der Zwischenraum zwischen Fahrschiene und Leitschiene ist mit Zement und Sand ausgefüllt, die äufseren Hohlräume der Schienen mit Gufsasphalt. Die Verstärkung des Betons unter den Fahrschienen geht auf das ganze Gleis in einer Breite von 2,05 m und 0,2 m Stärke unter den Asphaltplatten durch, im übrigen Teil der Strafse ist der Beton 0,2 m stark. Neben den Fahrschienen und Leitschienen liegt an der Strafsenoberfläche ein Streifen Goudron von 20 mm Breite und 50 mm Höhe, an welchen sich Asphaltplatten von 120 mm Breite anschliefsen, welche die Verbindung zwischen den Schienen und dem Stampfasphalt herstellen.

---

[87]) Vergl. S. 544 und Anm. 93.

Ähnliche Anordnungen sind auch in Hannover und Mannheim zur Anwendung gekommen, man hat hier gute Erfahrungen zu verzeichnen; in Frankfurt aber haben die neben den Schienen eingelegten Platten sich nicht gehalten.

Abb. 187. *Gleisverlegung der Strafsenbahn in Zürich in Asphaltstrafsen.* M. 1 : 25.

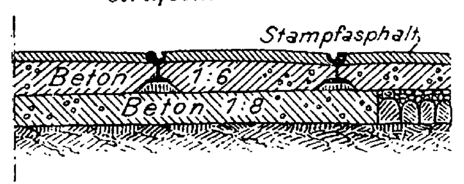


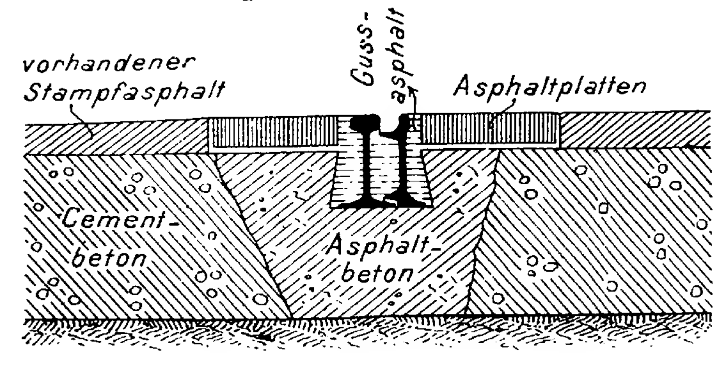
Abb. 188. *Gleisverlegung in Zürich.* M. 1 : 5.

In Zürich ist bei Umlegung der Pferdebahngleise in Asphaltstrafsen die Ausführung nach Abb. 187 erfolgt. Unter den Schienen ist eine Verstärkung des Betonbettes von 0,17 m auf die ganze Gleisbreite durchgeführt im Mischungsverhältnis 1 : 8 (s. Abb. 188). Die Schienen sind hierauf in Abständen von 3,0 m auf Holzkeilen von 0,25 m Gröfse, 0,1 m Breite, 0,2 m Dicke in richtiger Höhe vorgelegt, in den Zwischenräumen zwischen den Keilen sind die Schienen mit Beton im Mischungsverhältnis 1 : 2 unterstopft. Neben den Schienenköpfen liegt ein Streifen von Gufsasphalt von 35 mm Breite (s. Abb. 188). Diese Art Ausführung hat sich dem Vernehmen nach gut gehalten.

Um die Zerstörung des Betons unter und neben den Schienen zu vermeiden, ist auch schon vorgeschlagen worden, den Beton unter den Schienen durch Asphaltbeton[88]) zu ersetzen. Dieser kann hergestellt werden aus 55 Raumteilen Seyssel-Mastix und 45 Teilen Kies, welche bei einer Temperatur von 230° C. gekocht werden, so dafs der Asphaltbeton eine Art groben Gufsasphalt darstellt, der eine Druckfestigkeit von rund 300 kg f. d. qcm haben soll. Es können dann die unter den Schienen zu verlegenden Asphaltplatten wegbleiben, dagegen sind seitlich an den Schienen Streifen von Gufsasphalt anzubringen.

Die Abb. 189 zeigt das Profil einer derartigen Anordnung, das bei Ausbesserung der schadhaften Gleise in Hannover teilweise zur Anwendung gekommen ist.[89]) Dem Asphaltbeton dürfte wohl noch der Vorteil anhaften, dafs abirrende Ströme, die bei elektrischem Betrieb der Strassenbahnen leicht Beschädigungen der Wasserleitungsröhren und anderen Einrichtungen bewirken, hier weniger leicht entstehen können.

Abb. 189. *Gleisverlegung der Strafsenbahn in Hannover in Asphaltstrafsen.* M. 1 : 15.



Bei den verschiedenen Ausführungsarten der Gleisverlegung in Asphaltstrafsen zeigt sich, wie aus den

[88]) Faulhammer, Über die Einbettung von Strafsenbahngleisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 544.

[89]) Lammers, Strafsenbahngleise in Asphaltstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 98.

vorbeschriebenen, erheblich voneinander abweichenden Beispielen ersichtlich ist, eine gewisse Planlosigkeit der Versuche; es fehlt einerseits oft eine klare Anschauung über die praktischen Anforderungen, welche vom Standpunkte des Strafsenbaues an die Unterbettung der Schienen und den Pflasteranschlufs gestellt werden müssen, um einen guten Zusammenhang der Strafsendecke zu sichern, andererseits wird auch bei der Ausbildung des Oberbaues und der Art der Stofsverbindungen vielfach nicht genügend Rücksicht auf die Vermeidung übermäfsiger Beanspruchung der Gleisbettung genommen.

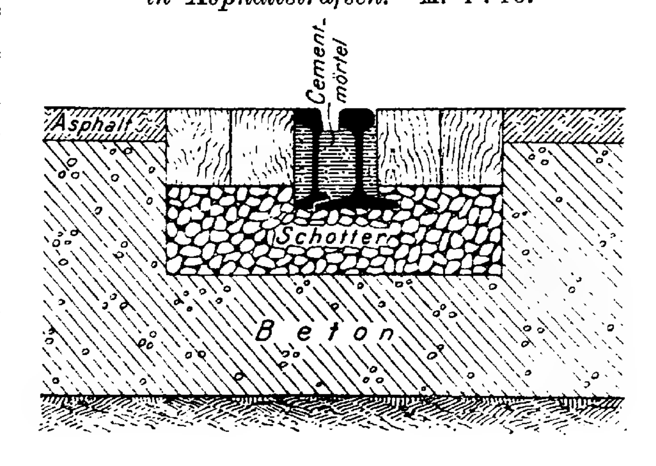
Gerade der letzterwähnte Umstand ist für den Bestand der Gleisverlegung in Asphaltstrafsen (ebenso wie auch in Strafsen mit Holzpflaster) von allergröfster Bedeutung. Da der die Bettung bildende Beton ein zu sprödes Material ist, um eine dauernde Schlagbeanspruchung aushalten zu können, mufs die Ausführung möglichst stofsloser Schienenverbindungen und möglichst schlagfrei befahrener Weichen und Kreuzungen als Vorbedingung für die Bewährung selbst der besten Verlegungsart angesehen werden. In Asphaltstrafsen sollten daher vorzugsweise Stofsverbindungen mit Verschweifsung der Schienen oder Laschen und von den mechanischen Stofsverbindungen nur solche zugelassen werden, welche eine schlagfreie Überführung der Radlast über die Stofsstelle gewährleisten (z. B. die Stofsanordnung von Melaun).

Ebenso können bei den Weichen und Kreuzungen nur solche als einwandfrei angesehen werden, bei denen das Schlagen der Räder durch Aufläufe möglichst vermieden ist.

Die Forderungen, welche von Seiten des Strafsenbaues gestellt werden müssen, richten sich darauf, dafs durch den Einbau der Gleise der bauliche Zusammenhang der Strafsendecke nicht unterbrochen werden darf, um so eine gleichartige Verteilung der Verkehrslasten auf den Untergrund und eine geregelte Abwässerung der Oberfläche zu sichern. Auch mufs besonders Rücksicht darauf genommen werden, dafs durch die Strafsenbahngleise keinerlei Beeinträchtigung des übrigen Strafsenverkehres stattfinden darf. Es müssen daher die Strafsenbahngleise so verlegt werden, dafs ein ungleichmäfsiges Setzen desselben gegenüber dem übrigen Strafsenpflaster nicht stattfinden kann, dafs die Schienen mit ihrem Kopf bündig in der gewölbten Strafsenoberfläche liegen und dafs eine Zerstörung des Anschlufspflasters nach Möglichkeit vermieden wird.

Es haben sich nun im Verlaufe der letzten 10 Jahre zwei verschiedene Anschauungen für die Gleisverlegung in Asphaltstrafsen herausgebildet; die Anhänger der einen älteren Anschauung gehen davon aus, dafs es nach den vielfachen mifsglückten Versuchen, einen guten Pflasteranschlufs zu erhalten, nicht möglich sei, eine zusammenhängende Strafsendecke zu erhalten, und dafs daher die Verlegung der Strafsenbahngleise in besonderen Kanälen erfolgen müsse, welche in der Strafsendecke auszusparen sei, während die Anhänger der zweiten Anschauung an der Bedingung einer einheitlichen Betonbettung zur Erhaltung der Pflasterdecke festhalten und die Strafsenbahnschienen durch geeignete Verankerungen fest mit der Bettung verbinden.

Abb. 190. *Gleisverlegung auf Schotterunterlagen in Asphaltstrafsen.* M. 1 : 15.



Ein Beispiel für die erste Anordnung zeigt Abb. 190. Danach soll eine Schotterbettung[90])

[90]) Nach den Techn. Mitteilungen des Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Vereins, Osnabrück 1901.

von etwa 0,15 m Stärke in den Längskanal der Betonbettung eingeschüttet werden, auf welcher dann die Schienen und deren Pflastereinfassung zu verlegen sind. Wenn in dem dargestellten Beispiel Holzpflaster zur Schieneneinfassung vorgesehen ist, so ist dies strafsenbautechnisch völlig verfehlt, da Holzstöckel auf einem Schotterbett niemals festliegen können, es würde also allenfalls nur mit Steinpflaster-Saumreihen zu rechnen sein, aber auch diese würden sich nicht bewähren können, weil wegen der fehlenden Entwässerung des Schotterbettes und der Frostwirkungen des eingedrungenen Wassers die Schieneneinfassung nicht in ihrer Lage erhalten werden kann, so dafs ständig Ausbesserungen vorgenommen werden müfsten. Auch ist es nicht möglich, den Anschlufs der Asphaltdecke an das Saumpflaster wegen der erwähnten Verhältnisse ordnungsmäfsig zu erhalten.

Man hat dann, da diese Bauart sich als unzweckmäfsig erwies, Vorschläge dahingehend gemacht, den Längskanal so schmal zu gestalten, dafs nur die Schiene selbst darin Platz findet. Da nun derartige Anordnungen, wie sie z. B. in Abb. 186 (Frankfurt a. M.) und Abb. 189 (Hannover) dargestellt sind, wegen der Nachgiebigkeit des Asphaltausgusses keine unwandelbare Lagerung der Schienen und daher auch keinen guten Bestand des Pflasteranschlusses gewährleisten können, ist neuerdings von Schmidt, Charlottenburg, vorgeschlagen worden, die Strafsenbahnschienen in einem besonderen eisernen Kanal zu verlegen, welcher einen guten Pflasteranschlufs und eine gleichmäfsige Lastübertragung auf die Betonbettung ermöglichen soll.

Abb. 191 gibt einen Querschnitt dieser Ausführungsart wieder. Der trogartig gestaltete Kanal, welcher an der Sohle eine Entwässerungsrinne t hat, besitzt beiderseits Ansätze g, welche unter der Asphaltdecke b auf dem Betonbett aufliegen und zur Erhaltung der festen Lage des Kastens beitragen. Im übrigen dienen die Ansätze g noch als Auflager für die zur Stofsverbindung der Kästen anzuordnende Laschenkonstruktion, wofür z. B. ⊏-Eisen vorgesehen sind. In dem Kasten ruht die Schiene auf einer hölzernen Grundschwelle e und wird durch keilförmige Klemmstücke i und k, welche zwischen die Oberfläche des Schienenfufses und die durch die Seitenwandung des Kastens gesteckten Widerlagerstücke l eingetrieben werden, in ihrer Lage gesichert. Als seitlicher Abschlufs neben dem Schienenkopf und zugleich zur Übertragung der Raddrücke von Fuhrwerken sind die Holzleisten F vorgesehen.

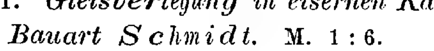
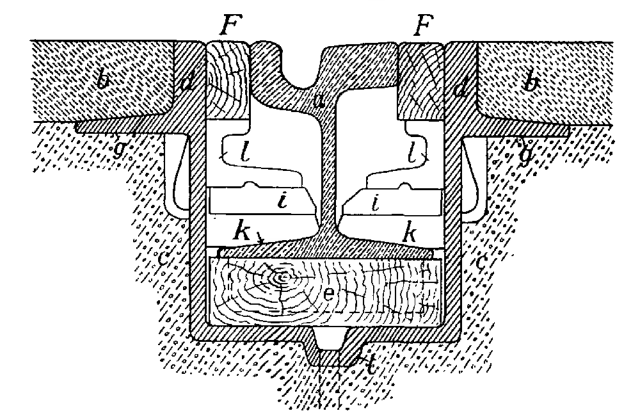


Abb. 191. *Gleisverlegung in eisernen Kästen, Bauart Schmidt.* M. 1 : 6.



Diese Anordnung hat zwar den Vorteil, dafs die Übertragung der Verkehrslast der Strafsenbahn auf die Betonbettung vermöge der Kastenanordnung günstig ist, und eine Zerstörung des Betons wohl nicht so leicht eintritt, zumal die Schlagwirkung an den Schienenstöfsen durch die hölzerne Grundschwelle erheblich gemildert wird, indessen liegt gerade in der Verwendung dieser Grundschwelle ein Hauptnachteil. Das Holz wird unter dem Verkehr zerstört, und die Befestigungskeile i und k müssen dauernd nachgesehen und angetrieben werden; die zu diesem Zweck leicht aufnehmbaren Holzleisten F werden ebenfalls durch die Räder der Strafsenfuhrwerke bald zerstört, so dafs Unterhaltungsarbeiten ständig notwendig sind. Überdies fehlt der Konstruktion eine genügende Sicherung der Schienen gegen seitliche Verschiebung, wie sie gerade bei Strafsenbahnen mit einseitigem motorischem Antrieb leicht auftritt und sonst durch Spur-

stangen verhindert wird, welche hier vollständig fehlen. Schliefslich sind die Herstellungskosten dieser Bauart so erheblich, dafs deren Einführung erhebliche Schwierigkeiten entgegenstehen.

Abb. 192 u. 193. *Gleisverlegung auf Einzelschwellen in Asphaltstrafsen, Bauart A. Meyer.*

Abb. 192. Längsschnitt. M. 1:30.

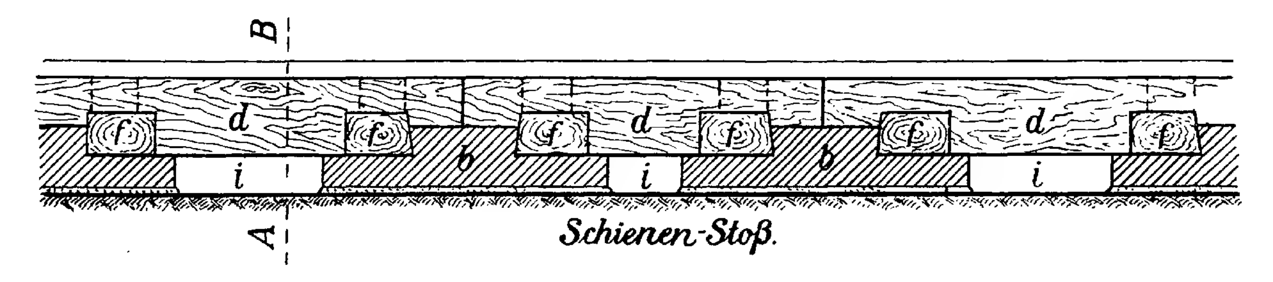
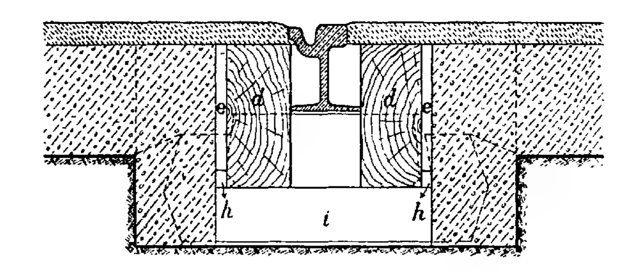


Abb. 193. Querschnitt *A—B*. M. 1:17.



Eine andere, in ihren Einzelheiten eigenartige Bauart ist in neuester Zeit von A. Meyer, Berlin[91]) in Vorschlag gebracht worden. Diese Anordnung ist in den Abb. 192 u. 193 dargestellt. In dem bis zum Planum hinabreichenden, etwa 0,50 **m** breiten Kanal werden auf der Sohle Grundschwellen *b* aus Beton in gewissen Abständen verlegt und in die seitliche Betonbettung eingelassen. Auf diesen Grundschwellen, zwischen denen Aussparungen *i* zur Entwässerung freibleiben, werden zum Tragen der Schienen Querschwellenstücke *f* aus Holz mit Keilen befestigt (s. Abb. 193). Der freie Raum seitlich der Schienen wird mit Holzbohlen *d*, welche auf den Grundschwellen mittels der Leisten *h* befestigt sind und im übrigen auf den Querschwellen aufsitzen, ausgefüllt. Die Abdichtung der Bohlen gegen die Seitenwände und gegen den Schienensteg geschieht durch Bitumenausgufs, während der Raum unter dem Schienenfufs offen bleiben soll. Durch diese Anordnung soll erreicht werden, dafs die Schwingungen der mit schwebenden Stöfsen verlegten Schienen sich nicht auf die Betonbettung der Asphaltstrafse übertragen, der Betrieb geräuschlos erfolgt, und — was wohl als die Hauptsache angesehen wird — eine leichte Auswechselung der Schienen vorgenommen werden kann.

Als Nachteil dieser Bauart mufs unseres Erachtens ähnlich wie bei der vorerwähnten Schmidt'schen Anordnung (s. Abb. 191) die mangelhafte Sicherung gegen seitliche Verschiebung der Schienen (hier der Querschwellenstücke) angesehen werden, wodurch Spurerweiterungen und die Zerstörung des Anschlufspflasters begünstigt wird. Auch ist vom strafsenbautechnischen Standpunkt aus die Herstellung der Asphaltdecke über den seitlichen Holzbohlen als bedenklich zu bezeichnen. Stampfasphalt läfst sich jedenfalls auf den federnden Holzbohlen nicht ausführen; aber auch ein Pflasteranschlufs aus komprimierten Asphaltplatten u. ä. dürfte sich im Betriebe wegen der nachgiebigen bezw. federnden Unterlage nicht bewähren können, und dies um so weniger, als auch wegen der Schwingungen der auf Einzelstützen gelagerten Schienen der Anschlufs der Pflasterdecke an den Schienen baldiger Lockerung und Zerstörung ausgesetzt ist. Von den Nachteilen, welche durch das in die Hohlräume eindringende und daselbst gefrierende Wasser entstehen können, dessen Abführung einige Schwierigkeiten machen dürfte, soll nicht weiter die Rede sein.

[91]) Nach der Patentanmeldung vom 18. Oktober 1910.

Ein anderes weniger umständliches und zweckmäfsigeres Verfahren hat F. Melaun, Berlin eingeführt. Wie aus Abb. 194 ersichtlich ist, verwendet er zur Ausfüllung der seitlichen Hohlräume neben der Schiene in dem aus der Betonbettung ausgearbeiteten Kanal besondere eisenverstärkte Betonschwellen, welche durch in der Bettung befestigte Anker in ihrer Lage erhalten werden.[92] Der Pflasteranschlufs aus Stampfasphalt oder mit einer Gufsasphaltleiste kann dabei leicht und sachgemäfs hergestellt werden. Melaun verwendet als Untergufs der Schiene und der Betonschwellen Gufsasphalt und dichtet die Fugen ebenfalls mit Gufsasphalt, den er dünnflüssig unter Druck in die Hohlräume einprefst.

Durch die Verwendung von Gufsasphalt ist allerdings eine leichte Auswechselbarkeit der Einfassungsschwellen und Schienen ermöglicht, indessen ist darauf zu achten, dafs der Untergufs mit Gufsasphalt möglichst dünn ist, da sonst der Nachteil entsteht, dafs sowohl die Schienen als auch die Betonschwellen unter der Last allmählich einsinken, weil der Gufsasphalt seiner „plastischen“[93]) Eigenschaften wegen zusammengedrückt wird, wodurch dann auch das Anschlufspflaster leidet.

Abb. 194. *Einfassung der Schienen mit Betonschwellen, Bauart Melaun.* M. 1 : 8.

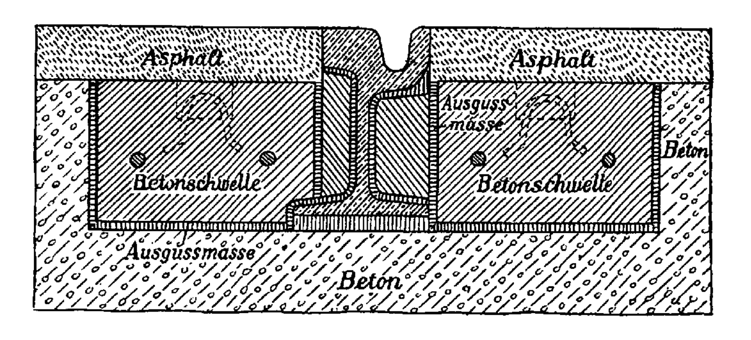
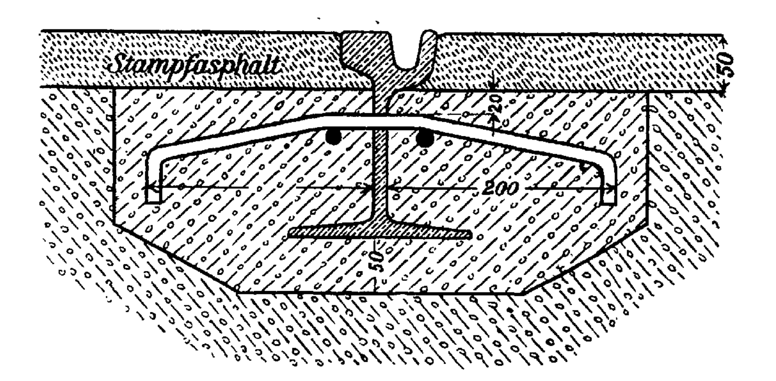


Abb. 195. *Schienenverankerung, Bauart Dr. Eisig.* M. 1 : 8.



Gegenüber den vorbeschriebenen Arten der Gleisverlegung in Bettungsschlitzen, welche ein selbständiges Arbeiten der Schienen ohne Beeinträchtigung des übrigen Pflasters ermöglichen soll, was aber, wie gezeigt worden ist, bezüglich der Erhaltung des Anschlufspflasters bisher nicht gelungen ist, hat sich neuerdings die Anschauung immer mehr Bahn gebrochen, dafs zur Erzielung einer zusammenhängenden Pflasterdecke und zur guten Instandhaltung des Anschlufspflasters eine möglichst feste Lagerung der Schiene im Bettungsbeton gesichert sein mufs, dafs die Schienen also in der Bettung fest verankert sein müssen.

Derartige Schienenanker, bestehend aus gekröpften Flacheisen, Rundeisenbügeln, Ankerböcken u. ä., sind in neuerer Zeit vielfach in Anwendung gekommen. Die Verankerung erfolgt dabei zumeist am Schienenfufs, indessen sind auch Stegverankerungen vorgenommen worden, wie aus der von Dr. Eisig, Chemnitz[94]) ausgeführten, in Abb. 195 dargestellten Bauart ersichtlich ist. Bei der Fufsverankerung erfolgt die Ausführung meist so, dafs die betreffenden Anker in besonderen Betonkoffern, welche als Auflager

---

[92]) Neuerdings sind solche seitlichen Betonschwellen auch ohne besondere Verankerung mit Erfolg in Berlin verwendet worden.

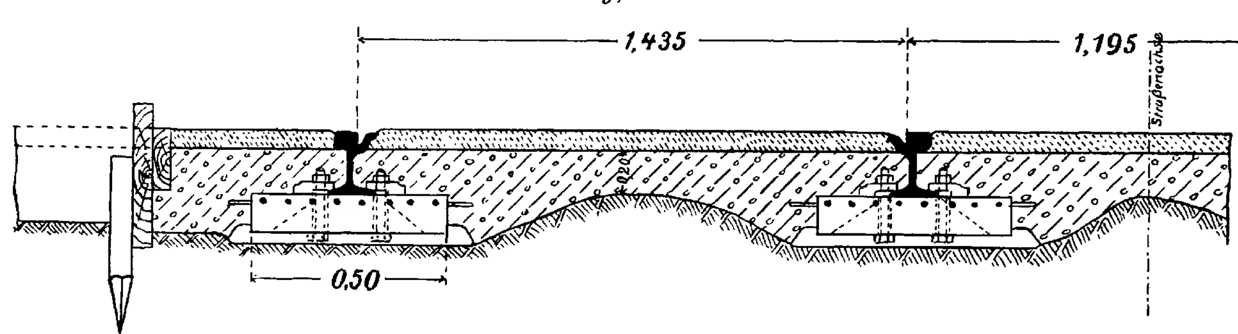
[93]) Vielfach wird Gufsasphalt als Schienenuntergufs verwendet, weil man diesem Material irrtümlicherweise „elastische“ Eigenschaften zuschreibt und dadurch ein sanfteres, geräuschloses Fahren erzielen will, was indessen durch die Erfahrung nicht bestätigt wird.

[94]) Busse, Kongrefsbericht Brüssel 1910, S. 488.

für die Schienen dienen, eingelassen werden, worauf dann nach dem Abbinden des Betons die Schienen verlegt und mit den Ankern verschraubt werden. Der Raum zwischen den Schienen wird dann mit Beton in der üblichen Mischung (1 : 8) ausgefüllt und nach dem Erhärten des Betons die Asphaltdecke hergestellt, wobei für den Pflasteranschlufs an die Schienen eine der oben besprochenen Ausführungen mit Hartholzsaumreihen, Asphaltplatten, Gufsasphaltleisten u. s. w. in Frage kommt.

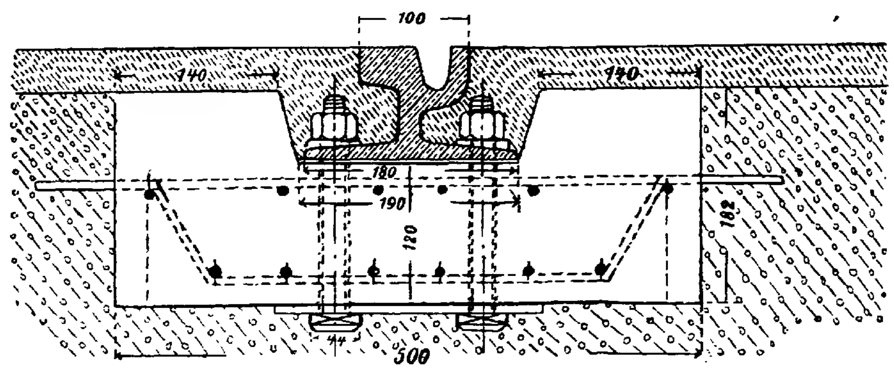
Die Verlegungsart hat sich im allgemeinen bewährt, weist indessen den Nachteil auf, dafs wegen der Abbindezeit des Betons und zwar erstens der Schienenbettung, dann der Pflasterbettung, die Gleisverlegung längere Zeit in Anspruch nimmt. Man ist daher, um die Bauzeit zu verkürzen, an einigen Orten dazu übergegangen, die Anker derart tragfähig auszubilden, dafs sie auf dem Planum unmittelbar verlegt und mit dem Gleis zu einem zusammenhängenden, nach Lage und Höhe genau gerichteten Bahngestänge verbunden werden können.

Abb. 196. *Schienenverankerung, Bauart Reinhardt.* M. 1 : 25.



Unter diesen Anordnungen ist besonders die von Reinhardt, Berlin-Schöneberg[95]) eingeführte Gleisverlegung auf Monierplatten (s. Abb. 196) zu erwähnen. Hierbei werden 0,10 m starke und 0,40 : 0,50 qm grofse Betonplatten mit Eisenarmierung, bestehend aus seitlich hervorragenden Rundeisenstäben, in etwa 1,50 m Abständen in Zementmörtel verlegt und die darauf vorgestreckten Schienen nach Anlegung der Spurstangen mittels Klemmplättchen an den Ankerbolzen der Monierplatten befestigt. Nachdem das Gleis ausgerichtet und die Höhe durch Unterstopfen der Monierplatten geregelt ist, wird der Raum zwischen den Schienen ausbetoniert, wobei der Beton unter den freischwebenden Schienen, wie auch an den Monierplatten sorgfältig eingestampft wird, so dafs die vorstehende Armierung der Platten in die seitliche Pflasterbettung einbindet und die Platten so unverrückbar in der umgebenden Betonbettung festliegen. Wie aus der Abb. 196 ersichtlich ist, kann dabei die Betonbettung unter dem Pflaster entsprechend schwächer ausgeführt werden.

Abb. 197. *Schienenverankerung, Bauart Busse-Reinhardt.* M. 1 : 8.



Eine eigenartige Abänderung der Reinhardtschen Ausführung hat Busse, Berlin, gemeinsam mit Reinhardt vorgenommen, indem er die Monierplatten trogförmig nach Abb. 197 gestaltete und sie in Längen von 1,0 m dicht aneinander verlegte,

[95]) Busse, Kongrefsbericht Brüssel 1910, S. 491.

so dafs dieselben eine fortlaufende Langschwelle aus armiertem Beton bilden. Die Schwellenstücke binden dabei ebenso wie bei Reinhardt in die seitliche Betonbettung ein. Auf diese trogförmigen Schwellen werden Schienen besonderen Profiles von nur 100 mm Höhe und 180 mm Fufsbreite (Gewicht 51 kg f. d. lfd. m, Westfäl. Stahlwerke, Bochum) eingelegt und in Abständen von 0,50 m verankert. Die Stöfse der Schienen werden verschweifst. Spurstangen können dabei nicht verwendet werden. Die seitlichen Stege der Trogschwellen reichen bis unter die Asphaltdecke, so dafs die letztere — event. mit Gufsasphaltleisten — bis an den Schienenkopf geführt werden kann. Die Schienenkammern werden mit Gufsasphalt ausgegossen.

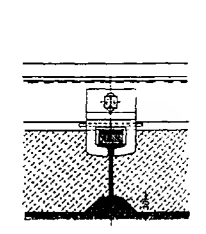
Als besonderer Vorteil der Busse-Reinhardt'schen Verlegungsart[96]) ist die leichte Auswechselung der Schienen anzusehen, welche ohne Aufbruch der Betonbettung erfolgen kann. Ob die verwendete Schiene von nur 0,10 m Höhe mit ihrem geringen Widerstandsmoment sich auf die Dauer bewähren wird, zumal dieselbe bei der unvermeidlichen Unebenheit der Sohlenfläche nicht gleichmäfsig aufliegen kann und die Zwischenräume mit Asphalt ausgegossen werden, dürfte abzuwarten sein.

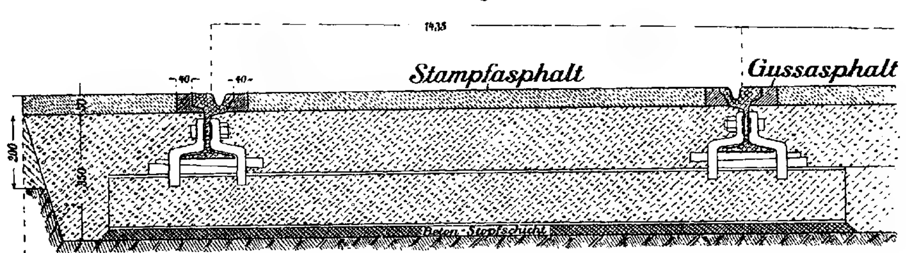
Abb. 198 u. 199. *Schienenverankerung, Bauart Westfäl. Stahlwerke.* M. 1 : 25.

Abb. 198. Seitenansicht.



Abb. 199. Querschnitt.





Eine Gleisverankerung, welche leicht auszuführen ist und eine feste Einspannung der Schienen gewährleistet, hat Verfasser bei den Städtischen Strafsenbahnen in Berlin nach dem D. R. G. M. Nr. 289376 der Westfäl. Stahlwerke, Bochum[97]) zur Ausführung gebracht. Die Schienen von 0,18 m Höhe und 0,15 m Fufsbreite (54 kg Gewicht) werden in Abständen von 4 m, und an den Stöfsen von 2 m, auf eisernen Querträgern I N. P. 15 verlegt und damit durch besondere Ankereisen und Doppelkeile (s. Abb. 198 u. 199) fest verbunden. Die Keile gestatten eine Regelung der Höhenlage um einige Zentimeter. Nach Verlegung des Gestänges werden die Schienen bis zum Kopf mit Beton doppelter Mischung (1:4) umstampft und auch die Betonbettung zwischen den Schienen gleich im Anschlufs daran ebenfalls in Stampfbeton hergestellt, worauf nach dem Abbinden die Asphaltdecke ausgeführt wird. Die Schienen können so als eingespannt angesehen werden, und ist eine Lockerung im Betriebe kaum zu befürchten.[98]) Bei dieser Bauart geschieht die Auswechselung von Schienen derart, dafs die Ankerbefestigung, sobald die Schienen freigelegt sind, gelöst werden — die Ankerträger bleiben selbstverständlich unberührt, — worauf die Schienen abgehoben und durch neue ersetzt werden können.

Der Pflasteranschlufs ist bei dieser Verlegungsart verschieden ausgeführt worden, teils mit Gufsasphaltleisten, teils mit Hartholz-Saumreihen, teils ist auch der Stampfasphalt bis dicht an die Schienen geführt worden; und es haben sich in keinem Falle

[96]) Busse, Kongrefsbericht Brüssel 1910, S. 494.

[97]) Deutsche Strafsen- und Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 383.

[98]) Bei einer Schienenauswechselung zwecks Einbau von Weichen konnte z. B. nach $3^1/_2$ jährigem Betriebe (bei 5 Minuten-Verkehr mit schweren 4 achsigen Motorwagen) der Beton an den Schienen nur mit Luftdruck-Meifseln losgeschlagen werden.

Nachteile ergeben, eben weil die Schienen unverrückbar festliegen, und wegen der Einbetonierung derselben in besonders festen Beton (Stampfbeton in Mischung 1:4) die Gefahr des Wassereindringens nahezu ganz beseitigt ist. Gerade das eindringende und gefrierende Wasser ist aber sonst als die Hauptursache der Zerstörung des Anschlufspflasters anzusehen, und man hat z. B. sehr mit Unrecht vielfach von der Schieneneinfassung mit Hartholz abgeraten, weil sich dieselbe angeblich nicht bewährte. Die Schuld lag anscheinend vorzugsweise in der Art der Schienenverlegung auf nachgiebiger Unterlage, da mit dem Sinken der Schienen auch die neben den Schienen befindliche Pflasterumbettung brüchig wurde und das eindringende Wasser seine Zerstörungsarbeit in kurzer Zeit bewirken konnte, wodurch das Anschlufspflaster mangels tragfähiger Unterbettung schnell gelockert und unter dem Verkehr der Strafsenfuhrwerke zerstört wurde. Gerade das Hartholzpflaster verdient sonst besondere Beachtung, weil es wegen seiner sozusagen „vermittelnden“ Festigkeit sowohl einen guten Anschlufs an die Schienen als auch an das seitliche Asphaltpflaster gewährleistet, während z. B. die Heranführung der Asphaltdecke bis an den Schienenkopf wegen der Schwierigkeit des Anstampfens nur bei besonders sorgfältiger Arbeit Erfolg verspricht. Hierbei ist zu berücksichtigen, dafs das Holzpflaster mit seiner rauhen Seitenfläche besser an der Asphaltdecke haftet als die glatten Schienen, auch ist die Abnutzung des Holzpflasters durch die spurenden Wagenräder weit geringer als im anderen Falle. Schliefslich werden auch etwa auftretende Schwingungen der Schienen durch das Holz-Anschlufspflaster nicht auf die Asphaltdecke übertragen.

An dieser Stelle möge noch einer in neuester Zeit an einigen Orten (u. a. in Mannheim und Berlin) versuchsweise eingeführten besonderen Art der Schieneneinfassung mit getränkten Kokosseilen der Aktien-Gesellschaft für Seilindustrie, Mannheim[99]) gedacht werden. Bei dieser durch D. R. P. Nr. 199712 geschützten Anordnung werden dicht neben den Schienen 60 **mm** starke Kokosseile mit etwa 6 **mm** starker Stahlseele verlegt und in gewissen Abständen in der Betonbettung verankert. Das Seil soll die Erschütterungen durch die Strafsenfuhrwerke aufnehmen und das Einfahren einer Spur neben den Schienen verhindern. Über die Bewährung dieser Bauart liegen abgeschlossene Erfahrungen noch nicht vor.

Zu erwähnen ist schliefslich noch bei der Gleisverlegung in Asphaltstrafsen das neuerdings hervorgetretene Bestreben, die zwischen den Schienen befindlichen Bahnkörperflächen mit andersartigem Pflaster zu versehen, welches leichter und billiger wiederhergestellt werden kann als das eigentliche Stampfasphaltpflaster. Begründet wird diese abweichende Bauart damit, dafs das Anschlufspflaster doch nicht ausreichend gut erhalten werden könne — was nach obigem indessen als fraglich anzusehen ist —, und dafs daher in Anbetracht des bei lebhaftem Verkehr der Strafsenbahn für die Strafsenfuhrwerke nicht mehr benutzbaren Bahnkörpers eine leichtere Herstellung des Zwischenpflasters, z. B. mit Kleinpflaster, unbedenklich vorgenommen werden könne.

Die Verwendung von Steinpflaster innerhalb des Bahnkörpers kann unseres Erachtens nur dort in Betracht gezogen werden, wo eine ausreichend grofse Fahrdammbreite vorhanden ist, um der Strafsenbahn einen gesonderten Bahnkörper, wenn er auch in der Strafsenfläche liegen mag, einzuräumen, d. i. bei einer zweigleisigen Strafsenbahn eine Fahrdammbreite von mindestens 15 **m**; anderenfalls würden die Strafsenfuhrwerke genötigt sein, um einander auszuweichen bezw. zu überholen, auf den mit Steinen

---

[99]) Busse, Kongrefsbericht Brüssel 1910, S. 500.

gepflasterten Bahnkörper der Strafsenbahn zu fahren, wodurch an der Übergangstelle vom Asphaltpflaster zum Steinpflaster das erstere leicht beschädigt wird. Überdies würde hierbei die für Grofsstadtstrafsen so notwendige Eigenschaft der Geräuschlosigkeit beeinträchtigt werden.

Nachteilig ist auch die Schwierigkeit der Entwässerung derartiger mit verschiedener Pflasterung versehenen Strafsen. Der gewöhnlich in der Strafsenmitte liegende Bahnkörperteil kann der Gleise wegen kein solches beiderseitiges Quergefälle erhalten, wie es sonst bei Steinpflaster notwendig ist, es wird daher, zumal auch ein erhebliches Längsgefälle in solcher Asphaltstrafse in der Regel nicht vorhanden sein wird, die Wasserabführung erschwert. Da die Versickerung wegen der etwaigen Unterspülung des geneigten seitlichen Asphaltpflasters bedenklich ist, wird man genötigt sein, das Kleinpflaster des Bahnkörpers mit asphaltgedichteten Fugen auszuführen und die Wasserabführung durch besondere Schienenentwässerungen vorzunehmen.

Günstiger liegt der Fall, wenn für den Bahnkörper ein abgesonderter, dem übrigen Strafsenverkehr entzogener Strafsenteil zur Verfügung steht.

5. Besondere Bahnkörper. Von der aus dem Eisenbahnbau her bekannten Anordnung der Bahngleise auf freiliegender Bettung, wie sie z. B. bei Kleinbahnen mit einem neben Landstrafsen liegenden Bahnkörper vielfach ausgeführt wird, kann hier abgesehen werden, es soll vielmehr nur von der Gleisverlegung auf besonderem Bahnkörper in städtischen Strafsen die Rede sein.

Derartige Anlagen des Bahnkörpers auf besonderen bankettartigen Strafsenteilen werden in der Regel nur bei verhältnismäfsig breiten Strafsen Anwendung finden können, da der betreffende Strafsenteil dem übrigen Fahrverkehr entzogen ist, und die übrig bleibenden Flächen des Fahrdammes eine gröfsere Nutzbreite erhalten müssen, als wenn die Gleise daselbst eingebaut wären.

Über die Lage des besonderen Bahnkörpers im Strafsenquerschnitt ist bereits in § 4 das Erforderliche gesagt worden. Es ist hier nur bezüglich der baulichen Anordnung einiges nachzutragen.

Im wesentlichen kommen für die Gleisverlegung auf besonderem Bahnkörper zwei hauptsächliche Bauarten in Betracht, die Verlegung in Kleinpflaster und in Rasenstreifen.

Bei der Gleisverlegung in Kleinpflaster kann nach ähnlichen Grundsätzen verfahren werden, wie bereits für die Gleisverlegung in Steinstrafsen ausgeführt wurde, die Schienen können auf Packlagekoffern zur Erhaltung der Höhenlage verlegt werden und die Flächen innerhalb und aufserhalb der Gleise bis zu den Bordschwellen des Bankettes mit Kleinpflaster in Kiesbettung (bezw. Betonbettung) ausgepflastert werden. Für entsprechende Entwässerung der Pflasterflächen wie auch der Schienen, sofern Rillenschienen zur Verwendung kommen, ist Sorge zu tragen.

Werden die Gleise in Rasenbanketts verlegt, welche neuerdings in Schmuckstrafsen ihres gefälligen Aussehens wegen vielfach zur Einführung gelangt sind, so ist vor allem für eine gute Schienenunterbettung zu sorgen, um zu verhüten, dafs durch das eindringende Wasser eine Unterspülung und Lockerung der Schienen eintritt.

Die Schienen sind daher entweder wie vor auf Packlagekoffern oder auf Schwellen zu verlegen. Für letztere eignen sich Querschwellen besser als Langschwellen, da sie eine zuverlässigere seitliche Entwässerung des Planums ermöglichen. Unter den verschiedenen Arten von Querschwellen sind besonders solche aus armiertem Beton zu erwähnen, welche den Vorteil aufweisen, dafs sie nicht so wie Holz- oder Eisenschwellen der Zerstörung durch das Wasser ausgesetzt sind.

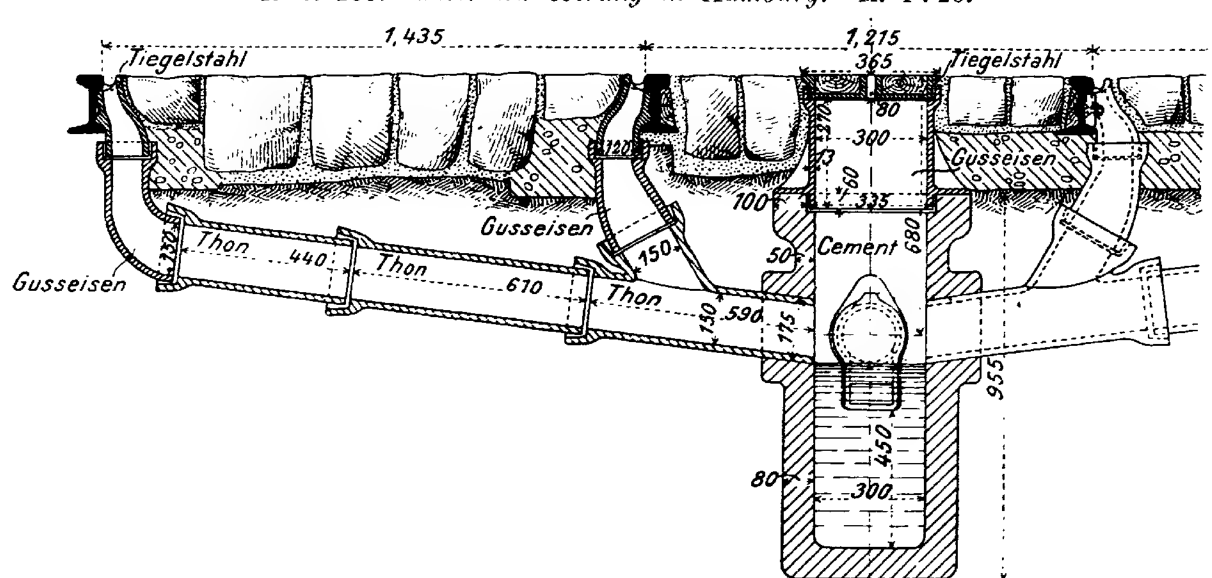
Solche eisenverstärkte Betonquerschwellen sind z. B. bei der elektrischen Strafsenbahn Dresden-Kötzschenbroda[100]) angewendet worden. Die Betonschwelle ist dort an der oberen und unteren Fläche mit 6 mm starken Eisenstäben armiert, welche durch 4 mm starke Eisenbügel miteinander verbunden sind. Der Querschnitt der Betonschwellen ist trapezförmig und nur an den Auflagerstellen der Schienen rechteckig. Die Schienen werden auf Holzfutter gelegt und mittels Schienenschrauben befestigt, welche in eingelassene Holzdübel eingeschraubt werden.

Aufser derartigen eisenverstärkten Betonschwellen können auch die vorerwähnten Reinhardt'schen Eisen-Betonplatten (s. Abb. 196) mit Erfolg verwendet werden. Bei der Anlage der Rasenflächen zwischen den Schienen und seitlich derselben ist darauf zu achten, dafs die Rasennarbe etwa 5 bis 6 cm unter der Schienenoberkante liegt, und der Rasen selbst dauernd kurz geschoren bleibt, damit das Gras sich nicht auf den Schienenkopf legt und festgefahren wird, wodurch die Schienenoberfläche schlüpfrig wird und die Bremswirkung beeinträchtigt werden kann.

An den Strafsenübergängen werden die Rasenstreifen durch eine Steinauspflasterung unterbrochen, und es wird an der Abschlufskante gegen die Rasenfläche ein mit Rostabdeckung versehener Entwässerungskanal angeordnet, welcher das Überfliefsen des Wassers von dem Steinpflaster auf den Rasenstreifen verhindert. Zur Entwässerung des Bahnplanums empfiehlt es sich, dasselbe mit beiderseitigem Gefälle anzuordnen und seitlich Drainröhren einzulegen, welche das vom Planum abfliefsende Wasser in die Entwässerungskanäle abführen.

§ 9. Gleisentwässerungen. Das in den Spurrillen sich ansammelnde Regenwasser, welches infolge des Strafsengefälles in den Rillen in starkem Strom sich fortbewegt, kann insofern schädlich wirken, als dasselbe in den Tiefpunkten des Längenprofils der Strafse überfliefst und die Strafsenoberfläche überschwemmt, oder dafs das Wasser an den Schienenstöfsen sich in die Tiefe zieht, den Untergrund erweicht und zum Setzen der Stöfse Veranlassung gibt. Bei festem kiesigem Untergrund wird dieser Nachteil wohl keine grofse Bedeutung haben, auch ist zu erwarten, dafs bei Verlegung der Schienen auf durchlässiger Packlage eine rasche Verteilung des eingedrungenen Wassers eintritt, immerhin wird es aber bei lehmigem Untergrunde angezeigt sein, das in den Rinnen fliefsende Wasser an den Tiefpunkten der Strafsen unmittelbar in die städtischen Entwässerungskanäle einzuleiten und hierdurch unschädlich zu machen.

Abb. 200. *Gleisentwässerung in Hamburg.* M. 1 : 25.

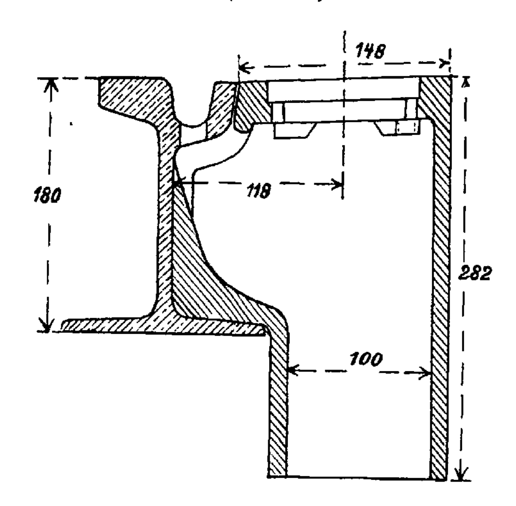


[100]) Dort allerdings in chaussierter Strafse: siehe Busse. Kongrefsbericht Brüssel 1910, S. 497.

Die Abb. 200 (s. S. 549) zeigt eine derartige Anordnung für Phönixschienen, wie sie in Hamburg ausgeführt worden ist; für Haarmann'schen Oberbau ist die Anordnung noch einfacher, da die Abwässerungsröhren direkt in die Rille zwischen Fahrschiene und Leitschiene eingeführt werden können.

Bei der elektrischen Bahn in Zürich[101]) sind in Abständen von 100 bis 120 m Entwässerungsschlitze in den Spurrillen angebracht. Die Entwässerungskästen nach Abb. 201 sind seitlich an den Phönixschienen befestigt und führen mittels senkrecht nach unten gerichteter Abwässerungsstutzen von 100 mm Weite das Wasser ab. Die Kästen sind mit einem abnehmbaren Deckel versehen, um etwaige Verstopfungen beseitigen zu können, und sind daher zweckmäfsiger ausgebildet als die in Abb. 200 dargestellte Anordnung, welche nicht so gut nachgesehen werden kann.

Abb. 201. *Schienenentwässerung mit Rillenschlitz (Zürich).* M. 1 : 7.



Statt solcher seitlich an die Schienen angeschraubten Entwässerungskästen, deren Abdichtung am Schienensteg und -Fufs einige Schwierigkeiten macht, verwendet die Hadfields Steel Foundry Co. in Sheffield besondere Entwässerungsschienen aus Gufsstahl, bei denen der Entwässerungskasten mit Ablaufstutzen mit angegossen ist.[102])

Die Entwässerungskästen werden bisweilen, um das Nachsehen zu erleichtern, in voller Gleisbreite ähnlich den Kuppelungskästen der Weichen ausgeführt.

Dafs auch die letzteren, deren Anordnung in § 7 bereits eingehender beschrieben worden ist, meist mit Ablaufstutzen zum Anschlufs an die städtischen Entwässerungsleitungen versehen werden, ist bekannt. Wenn auch bisweilen diese Kästen ohne Ablaufeinrichtung geliefert werden, und die Wasser- und Schlammentfernung dann von Hand geschieht, so verursacht diese Anordnung doch gröfsere Unterhaltungskosten, weshalb man tunlichst sämtliche in den Strafsen liegenden Weichenkästen an die Kanalisationsleitungen anschliefsen sollte.[103])

§ 10. Notgleise und Notweichen. Um bei Umbauten bestehender Strafsenbahnen den Betrieb aufrecht erhalten zu können, ist vielfach eine Umleitung der Bahn auf den neben der Bahn liegenden Strafsenteil bezw. bei zweigleisigen Bahnen auf den Nebenstrang erforderlich, wobei im letzteren Falle die Bahn auf die Länge der Umbaustrecke eingleisig betrieben werden mufs. Es werden dann, wie Abb. 202 zeigt, die Enden der Umbaustrecke durch Ausweichgleise A B und $A_1 B_1$ mit dem zweiten Gleis verbunden, so dafs die beiden Gleise das gemeinschaftliche Stück B B_1 enthalten, das für beide Fahrtrichtungen benutzt werden mufs. Die Verbindungsgleise A B und $A_1 B_1$ werden aus Schienen besonderen Profils hergestellt, welche den Querschnitt der Abb. 204 erhalten. Das Profil hat eine Höhe von 40 mm und eine Fufsbreite von 160 mm und ist mit schrägen Anlaufflächen versehen, welche ein ungehindertes Überfahren der Strafsenfuhr-

---

[101]) Dietrich a. a. O. S. 47.

[102]) Dietrich a. a. O. S. 48.

[103]) Bei Weichen ohne Entwässerungseinrichtungen hat sich u. a. auch als störend erwiesen, dafs beim Umstellen der Zungen das in der Spurrille angesammelte Wasser hochgeschleudert wird, wodurch eine Beschmutzung der Kleider der Fufsgänger und Fahrgäste eintreten kann.

werke ermöglichen. Diese Notgleise werden einfach auf die Oberfläche der Strafse aufgelegt, wobei die Spurweite durch Flacheisen-Spurstangen gesichert wird, welche, wie aus Abb. 204 ersichtlich ist, unter dem Fufs der Notschiene umgreifen und mit der letzteren durch angeschraubte Klemmplatten fest verbunden werden. Die Lage der Notschienen auf der Pflasterdecke wird durch Hakennägel erhalten. Zum Anschlufs des Notgleises an das Nebengleis in B und B_1 (s. Abb. 202) sind Notweichen, auch „Kletterweichen“ genannt, erforderlich.

Abb. 202 u. 203. *Anordnungen von Notweichen.*

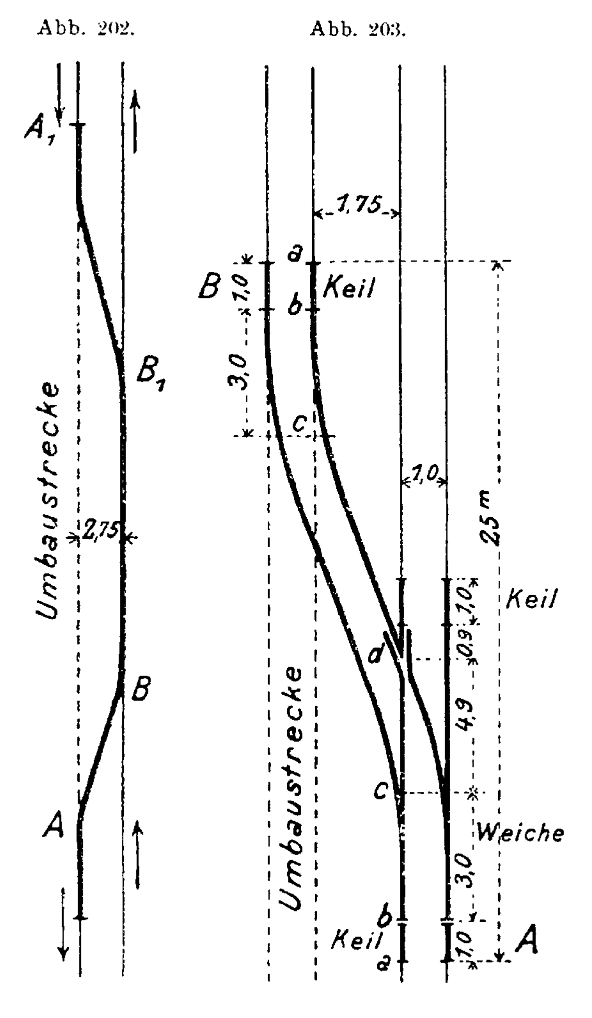
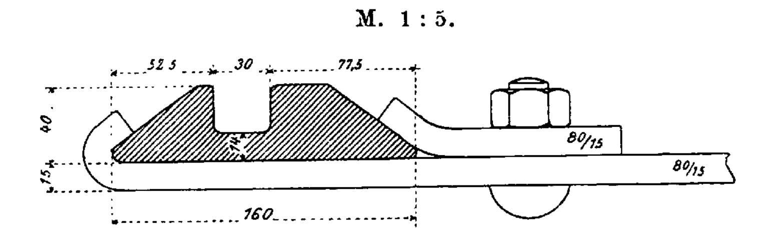


Abb. 204. *Schienenprofil für Kletterweichen.*

M. 1 : 5.



Die Kletterweiche hat bei A und B (siehe Abb. 203) keilförmige Auflaufstücke $a\ b$ von rd. 1,0 **m** Länge, welche die Hebung der Fahrzeuge zu den Schienen der Ausweichgleise ermöglichen; die Hebung beträgt bei den niedrigen Schienenprofilen rd. 40 **mm**. Sodann ist bei $b\ c$ eine Weiche mit Zungen einzulegen, so dafs die Wagen entweder im geraden Gleise durchfahren, oder in das vorläufige Ausweichgleis ausfahren können. Bei d ist sodann ein Herzstück nötig, von dem aus im geraden Strang wieder ähnliche Keilstücke auf die Schienen des Fahrgleises herabführen.

Die Zungenvorrichtungen der Notweichen werden entweder so ausgeführt, dafs von den zwei zu einer Weiche gehörenden Zungenvorrichtungen die eine fest, die andere mit beweglicher Zunge ausgebildet wird, oder beide Zungenvorrichtungen erhalten bewegliche, miteinander gekuppelte Zungen. Letztere Anordnung ist aus Gründen der Betriebssicherheit — zumal bei elektrischem Betrieb — vorzuziehen.

Abb. 205 bis 209. *Zungenvorrichtung einer Kletterweiche.*

Abb. 205. Grundrifs. M. 1 : 40.

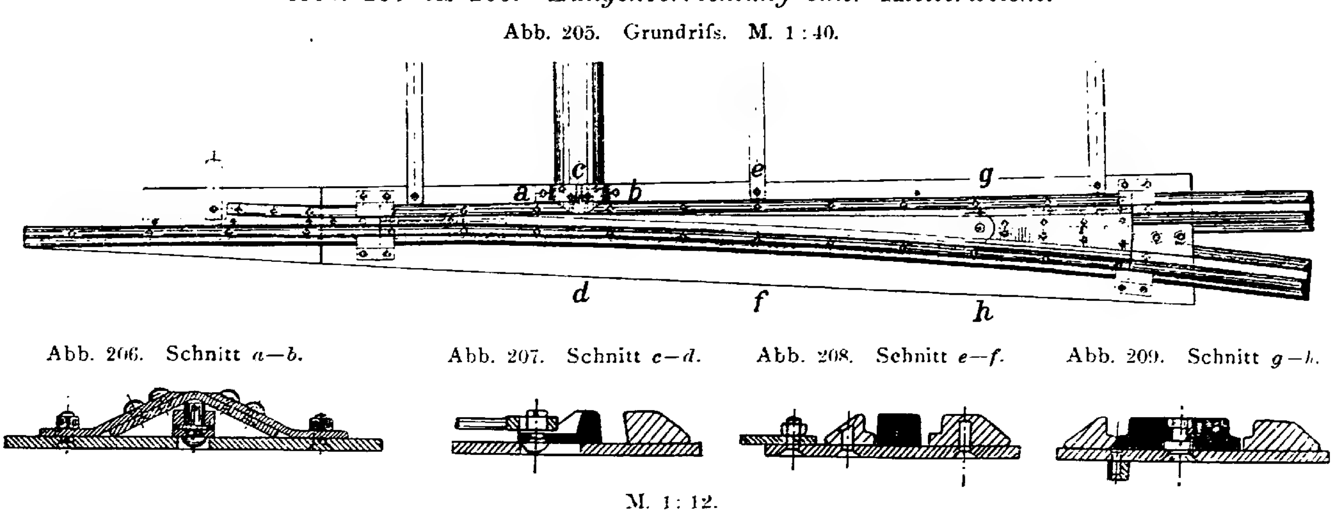


Abb. 206. Schnitt $a—b$. Abb. 207. Schnitt $c—d$. Abb. 208. Schnitt $e—f$. Abb. 209. Schnitt $g—h$.

M. 1 : 12.

In den Abb. 205 bis 209 ist die Zungenvorrichtung[104]) einer Kletterweiche von 30 m Halbmesser mit beweglicher Zunge dargestellt. Auf der zugleich den Zungengleitstuhl bildenden Grundplatte sind die entsprechend geschnittenen Notschienen mittels Nieten, welche durch den Schienenkopf geführt sind, sowie durch seitliche Klemmplatten befestigt. Die Zunge ist an ihrer Wurzel durch einen von oben eingesetzten Drehzapfen (s. Schnitt *g—h* in Abb. 209) gehalten. Die über Tage liegende Kuppelungsstange der Zungen (s. Schnitt *c—d* in Abb. 207) ist mit einem dachförmigen Schutzblech überdeckt (s. Schnitt *a—b* in Abb. 206), um das ungehinderte Überfahren der Strafsenfuhrwerke zu ermöglichen.

Abb. 210 u. 211. *Herzstück einer Kletterweiche.*

Abb. 210. Grundrifs. M. 1 : 30.

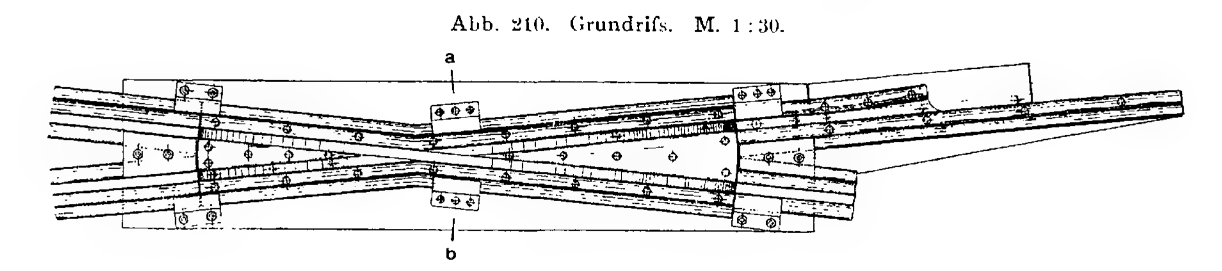
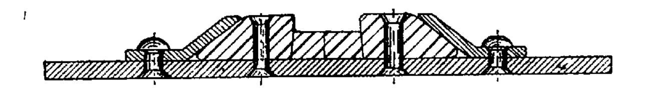


Abb. 211. Querschnitt *a—b*. M. 1 : 8.



Auch das Herzstück der Kletterweiche wird, wie die Abb. 210 u. 211 zeigen, auf einer Grundplatte angeordnet, wobei die Notschienen mit Kopfnieten und Klemmplatten befestigt werden. Wie bei den normalen Schienenherzstücken werden auch hier Aufläufe eingelegt und zwischen die schräg abgeschnittenen Notschienen (s. Schnitt *a—b* in Abb. 211) eingeschoben und mit versenkten Nieten auf der Grundplatte befestigt.

§ 11. Unterhaltung und Reinigung der Strafsenbahnen.

1. Unterhaltung der Gleise. Wir werden uns hier auf die neueren Bauarten beschränken können, welche aus Gufsstahlträgerschienen (Phönixschienen, Haarmann'scher Oberbau) bestehen, da Flachschienen auf Holzunterlagen nur in seltenen Fällen (z. B. auf Brücken) noch Anwendung finden. Die Unterhaltung kann entweder durch Nachgeben der Unterlage oder durch Schadhaftwerden der Schienen oder einzelner Oberbauteile, namentlich der Schienenstöfse, nötig werden. Da die Gewichte der Strafsenfuhrwerke, auch der Motorwagen der elektrischen Bahnen noch geringer sind, als die Gewichte der Fahrzeuge von Hauptbahnen, auch die Fahrgeschwindigkeit der Strafsenbahnzüge wesentlich unter derjenigen der Eisenbahnzüge bleibt, werden Unterhaltungsarbeiten, wenigstens was den Oberbau selbst anbelangt, seltener sein. Eine neue, aus gutem Schienenmaterial hergestellte, mit guter Unterbettung versehene Strafsenbahn kann jahrelang ohne erhebliche Oberbau-Ausbesserung liegen bleiben, während bei Lokomotivbahnen jedes Jahr Hebungen der Gleise, Ausrichten derselben u. s. w. unausbleiblich sind. Es ist aber auch die Ausführung von Ausbesserungen der Strafsenbahnen eine viel schwierigere, als bei Hauptbahnen, weil schon das einfache Heben der Gleise ein Herausbrechen der Strafsenbefestigung auf eine Breite von rd. 0,4 m neben den Schienen und das Wiedereinbauen nach erfolgter Ausbesserung verlangt, Arbeiten, welche nicht nur für den Betrieb der Strafsenbahn, sondern für den gewöhnlichen Strafsenverkehr sehr störend sind.

---

[104]) Die Abb. 205 bis 211 sind einer Druckschrift der Westfälischen Stahlwerke, Bochum, entnommen.

Das Heben gesunkener Schienen geschieht wie bei Hauptbahnen, das Festlegen der gehobenen Schienen durch Unterstopfen mit Schotter. Bei Strafsen mit Unterbettung aus Beton können Setzungen dann eintreten, wenn die Betonunterlage unter den Schienen zerstört wird; und eine Ausbesserung des Betons ist dann recht schwierig.

Die einfache Hebung der Gleise kann ohne Einstellung des Betriebes der Strafsenbahn erfolgen, wenn aber derartige Senkungen der Gleise und das Losrütteln der an die Schienen anstofsenden Pflastersteine häufig erfolgen, so weist dies darauf hin, dafs der Grundbau zu schwach ist, oder dafs es ihm an genügender Entwässerung fehlt. Es ist in einem solchen Falle angezeigt, den Grundbau durch einen kräftigeren zu ersetzen und unter Umständen eine Drainierung des Untergrundes mit Ableitung in die städtischen Entwässerungskanäle vorzunehmen. Die letzteren bewirken allerdings eine Entwässerung des Untergrundes von selbst, wenn dieser aber sehr undurchlässig ist, so kann es sich doch empfehlen, dem im Grundbau sich ansammelnden Tagewasser an passend gelegenen Stellen Abflufs in die Kanäle zu verschaffen.

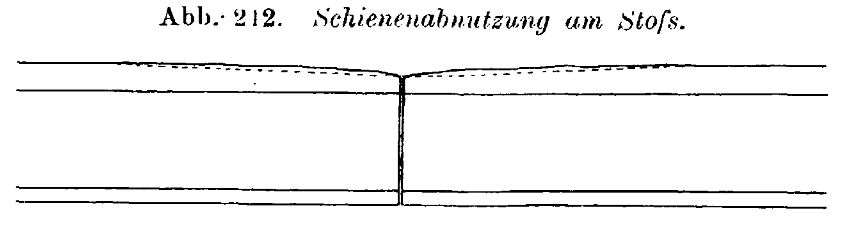
Derartige Arbeiten können nur mit Unterbrechung des Betriebs ausgeführt werden, dasselbe gilt, wenn bei Strafsen mit Betonunterbau der letztere auszubessern ist, weil sonst dauerhafte Arbeit nicht geliefert werden kann.

Günstiger liegt der Fall allerdings bei der oben beschriebenen Gleisverlegungsart von Busse-Reinhardt (s. Abb. 197), wobei die Erneuerung der Betonbettung bezw. die Auswechselung der Schienen in kürzester Frist vorgenommen werden kann, da auf das Abbinden des Bettungsbetons nicht gewartet zu werden braucht. Ähnlich günstig ist auch die Wiederherstellung des Anschlufspflasters nach dem Verfahren von Melaun (s. Abb. 194) mittels eingelegter Betonschwellen ausführbar.

Bei den meisten anderen Verlegungsarten wird eine zeitweilige Aufserbetriebsetzung der betreffenden Bahnstrecke kaum zu vermeiden sein, und sind dann Umleitungen mittels Notgleisen und Kletterweichen erforderlich.

Ausbesserungen des Schienengestänges können nötig werden, wenn ein Losewerden der Laschen eintritt und die Bolzen anzuziehen sind, oder wenn Schienen schadhafter Stellen wegen auszuwechseln sind. Man wird im letzteren Falle die Schienen bei Tage von beiden Seiten freilegen und dann nachts, wenn der Betrieb ruht, die neuen Schienen einziehen, die Auspflasterung der neuen Schienen kann wieder ohne Betriebsunterbrechung bei Tage erfolgen. Derartige Auswechselungen sind wohl selten nötig, da bei dem guten Material, aus dem die Schienen hergestellt werden, eine ziemlich gleichmäfsige Abnutzung der Schienenköpfe zu erwarten ist. Einen schwachen Punkt des Oberbaues bilden aber immer die Stöfse, beim Übergang der Räder finden einseitige Senkungen der Schienenenden statt, wodurch diese mehr der Abnutzung ausgesetzt sind, als die übrigen Teile der Schiene und bald zeigen die Schienen am Stofs starke Einsenkungen (s. Abb. 212), wodurch Stofswirkungen beim Befahren sich geltend machen. Man kann hier dadurch nachhelfen, dafs man, wie die punktierten Linien zeigen, die Stofsenden der Schienen durch Abfeilen wieder in gerade Richtung bringt, oder wie bei dem Verfahren von Hesse (s. Abb. 88 u. 89) die Schienenenden anhebt, oder die Schienenköpfe abfräst und Melaunkopflaschen (s. Abb. 85 bis 87) einzieht, oder schliefslich Zwischenstücke aus Schienen mittels Laschenverschweifsung nach dem Verfahren der Akkumulatoren-Fabrik. Akt.-Gesellschaft (s. Abb. 80) einlegt.

Abb. 212. *Schienenabnutzung am Stofs.*



Die Kosten für die Gleisunterhaltung werden dadurch besonders hoch, dafs jede Ausbesserung im Oberbau zugleich eine solche der anliegenden Chaussierung oder Pflasterung bedingt, es darf auch nicht aufser acht gelassen werden, dafs häufig Gleisverlegungen und Abänderungen infolge von Umbauten der verschiedenen städtischen Leitungsanlagen notwendig werden, welche nicht unerhebliche Pflasterkosten verursachen.

In den meisten Städten liegt den Eigentümern der Strafsenbahn auch die Unterhaltung des zwischen den Schienen liegenden Pflasters und aufserdem eines Streifens aufserhalb der Schienen von 0,4 bis 0,6 m Breite ob, was die Kosten der Gleisunterhaltung weiterhin vermehrt.

Einen wichtigen Teil der Unterhaltungskosten bildet die Erneuerung der Schienen, deren Kosten von der Beschaffenheit des Schienenmaterials, der Schienenform, namentlich aber von dem Wagengewichte abhängig sind, auch die Stärke des Verkehrs ist nicht ohne Einflufs, da auf einzelnen Gleisstrecken infolge der Einmündung von Seitenlinien die Wagen sich in viel kürzerer Zeit folgen, als auf den Aufsenlinien, der Unterhaltungsaufwand für diese Strecken somit wesentlich gröfser sein mufs.

Bei der Unterhaltung der Schienen ist die Beseitigung der in neuerer Zeit vielfach auftretenden Riffelbildung der Fahrflächen von besonderer Wichtigkeit. Die ungleichmäfsige riffelförmige Schienenabnutzung, deren Ursachen noch nicht ausreichend erforscht sind, um die Entstehung solcher Riffel von vornherein mit Sicherheit verhindern zu können[105]), hat sowohl für den Bestand der Schienen, ihrer Stofsverbindungen, der Bettung und des Pflasteranschlusses als auch für den Zustand der Wagen und ihrer Einrichtungen erhebliche Nachteile, welche sich mit der Weiterbildung der Riffel unverhältnismäfsig vergröfsern; es ist daher notwendig, solche Riffelbildung sogleich beim erstmaligen Auftreten durch Abhobeln der Fahrfläche zu beseitigen. Hierfür sind aufser den bekannten, von Hand bedienten Schienenfeilhobeln auch besondere elektrisch betriebene fahrbare Hobelmaschinen eingeführt worden.[106])

2. Reinigung der Gleise. Bezüglich der Reinigung der Bahnanlagen ist zu unterscheiden zwischen den allgemeinen Reinigungsarbeiten, welche sich auf die Reinigung der Strafsenoberfläche erstrecken, und den besonderen Reinigungsarbeiten, welche die Säuberung und Instandhaltung einzelner Gleisbauteile, wie der Weichen und Kreuzungen betreffen. Erstere Arbeiten werden zumeist von den betreffenden, mit der Strafsenreinigung beauftragten städtischen Angestellten vorgenommen, welche das Reinigen der Spurrillen mit übernehmen. Hierfür werden besondere Schubeisen verwendet, welche an einer Stange befestigt und mit einem Dorn zur Lockerung des in der Spurrille befindlichen Strafsenschmutzes sowie mit einem Blechkasten zur Aufnahme desselben versehen sind.

Vereinzelt werden auch die Strafsenbahnwagen mit herablafsbaren Kratzeisen ausgerüstet, welche dem Schienenprofil angepafst sind und vermöge ihrer Pflugform den gelockerten Strafsenschmutz seitlich entfernen. Auch sind besondere Gleisreinigungswagen, als Motorwagen oder Anhänger ausgebildet, für die Reinigung des Bahnkörpers eingeführt worden. Dieselben arbeiten entweder mit drehenden Bürsten (Düsseldorf)[107]) oder mit Kratzeisen unter Verwendung von Saugluft (Hannover).[108])

---

[105]) Vergl. S. 498 und Anm. 44.

[106]) So u. a. von den „Caro"-Werken, Charlottenburg und von Raschke, Berlin; bezüglich des letzteren siehe Deutsche Strafsen- und Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 759.

[107]) Siehe den Aufsatz von Stahl, Deutsche Strafsen- und Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 988.

[108]) Schörling, Kongrefsbericht Brüssel 1910, S. 617.

Die besonderen Reinigungsarbeiten, welche von den Angestellten der Strafsenbahn selbst ausgeführt werden müssen, erstrecken sich vorzugsweise auf die Säuberung der Weichen. Die Spurrillen, besonders der Zungenvorrichtungen, sind mit flachen, eisenbandbeschlagenen Besen auszukehren und das Zungenbett mit Wasser auszugiefsen — im Winter empfiehlt es sich, hierfür statt des Wassers eine wässerige Chlormagnesiumlösung zu verwenden, welche je nach dem Mischungsverhältnis erst bei etwa — 16° C. gefriert.[109])

Ferner ist der Zungendrehpunkt nachzusehen, die Zunge leicht gangbar zu machen, der Zungenkuppelungskasten zu säubern bezw., wenn derselbe an das städtische Entwässerungsnetz angeschlossen ist, nachzusehen, ob der Anschlufsstutzen nicht etwa verstopft ist und die Wasserabführung zuverlässig geschieht. Das Gleiche gilt von den übrigen etwa vorhandenen Schienenentwässerungseinrichtungen.

§ 12. Auszug aus den Preufs. Bau- und Betriebsvorschriften für Strafsenbahnen vom 26. September 1906.[110])

§ 1. Spurweite und Spurhalter.

1. Für Vollspurbahnen soll die Spurweite, im Lichten zwischen den Schienenköpfen gemessen, in geraden Gleisen 1435 **mm** betragen, für Schmalspurbahnen 1000 **mm** oder 750 **mm** oder 600 **mm.**

2. Über Zulassung anderer Spurweiten in Ausnahmefällen entscheidet der Minister der öffentlichen Arbeiten im Einverständnis mit dem Kriegsminister (vergl. § 9 A 5 der Ausführungsanweisung vom 13. August 1898 zum Kleinbahngesetz).

3. Beim Oberbau ohne Querschwellen sind geeignete Mittel zur Erhaltung der Spurweite anzuwenden.

§ 2. Längsneigung.

1. Die Längsneigung einer Strafsenbahn soll bei Reibungsbahnen in der Regel das Verhältnis von 1 : 15 nicht überschreiten. Stärkere Neigungen sind auf kürzere Strecken und dann zulässig, wenn durch einen Probebetrieb die Möglichkeit eines sicheren Betriebes nachgewiesen wird. In diesen Fällen sind ergänzende Sicherheitsvorschriften durch die eisenbahntechnische Aufsichtsbehörde zu erlassen.

2. Bei Zahnradbahnen darf die Neigung nicht über **1 : 4** betragen.

§ 3. Beschaffenheit und Querschnittsform der Schienen.

1. Die Schienen sollen aus gewalztem Stahle von einem der Beanspruchung entsprechenden Querschnitt bestehen.

2. Wo die Bahn auf dem Teile der Strafse liegt, der auch dem öffentlichen Fuhrwerksverkehr dient, sind Schienen mit Rillen oder mit Gegenschienen zu verwenden. Ausnahmen können für Sommerwege durch die Aufsichtsbehörden gestattet werden. Sonst sind gewöhnliche Schienen auf Querschwellen zulässig.

§ 4. Krümmungen.

1. Der Halbmesser der Krümmungen soll auf den dem öffentlichen Verkehr dienenden Strecken in der Regel nicht kleiner als 15 **m** sein. Kleinere Halbmesser können dann zugelassen werden, wenn nachgewiesen wird, dafs die Betriebsmittel sie anstandslos durchfahren können.

2. Falls es die Verhältnisse gestatten, ist der äufsere Schienenstrang angemessen höher zu legen.

§ 5. Spurerweiterungen und Spurrillen.

1. Bei Verwendung von gewöhnlichen Schienen darf in Krümmungen die Spurerweiterung bei Vollspurbahnen das Mafs von 35 **mm**, bei Schmalspurbahnen

mit 1000 **mm** Spurweite das Mafs von 25 **mm**
" 750 " " " " " 20 "
" 600 " " " " " 18 "

nicht überschreiten, sofern die Betriebsmittel nicht besonders für gröfsere Spurerweiterung eingerichtet sind.

2. Bei Verwendung von Rillenschienen müssen die Spurrillen so beschaffen sein, dafs Fuhrwerke oder Tiere durch Einklemmen nicht gefährdet werden.

---

[109]) Szalla, Deutsche Strafsen- und Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 267.

[110]) Zentralbl. d. Bauverw. 1906, S. 555.

3. Im geraden Gleise sollen die Spurrillen eine Breite von mindestens 30 mm haben, in den Krümmungen ist die Weite der Spurrillen um das etwaige Mafs der Spurerweiterung zu vergröfsern. Auf öffentlichen Strafsen dürfen in der Regel nur Schienen mit nicht mehr als 40 mm Rillenbreite verlegt werden. Ausnahmen sind mit Genehmigung der Aufsichtsbehörden zulässig.

§ 6. Herstellung der Gleise.

1. Soweit Gleise in den Fahrbahnen der dem öffentlichen Verkehr dienenden Strafsen liegen, müssen Fahrschienen, Weichen und andere Teile der Gleise so verlegt werden, dafs sie den Verkehr in keiner Weise stören.

2. Zur Verbindung freiliegender Schienen an den Stöfsen sind kräftige Laschen zu verwenden. Hierbei ist auf die durch Wärmewechsel entstehenden Veränderungen der einzelnen Teile des Oberbaues Rücksicht zu nehmen.

3. Eingebettete Schienen können an ihren Stöfsen auch zusammengeschweifst oder umgossen werden.

4. Bei Oberbau ohne Querschwellen sind durchgehende kräftige Längskoffer aus widerstandsfähigem Material unter den Schienen vorzusehen, wenn nicht der Unterbau der Strafse an sich schon genügend tragfähig ist. Für gute Entwässerung dieser Längskoffer ist zu sorgen, wenn nicht die Strafse eine sicher wirkende Oberflächen-Entwässerung besitzt. Bei Oberbau mit Querschwellen ist durchgehende Bettung anzuwenden, für deren Entwässerung Sorge zu tragen ist.

5. Bei unterirdischer Stromführung sind die Schlitzkanäle in der Mitte des Gleises oder unter einer Gleisschiene herzustellen. Die Schlitze dürfen in geraden Gleisen höchstens 30, in Krümmungen höchstens 45 mm breit sein.

§ 7. Einfriedigung der Bahn.

Einfriedigung der Bahn und Sicherheitseinrichtungen an kreuzenden und anderen Wegen sind nur ausnahmsweise herzustellen, wo dieses durch besondere örtliche Verhältnisse bedingt ist.

§ 8. Haltestellen und Ausweichestellen.

1. Die Haltestellen sind den örtlichen Verhältnissen entsprechend anzuordnen und in geeigneter Weise kenntlich zu machen.

2. Bei eingleisigen Bahnen sind die Ausweichestellen in solcher Länge anzulegen, dafs die Kreuzung der Züge mit Sicherheit ausgeführt werden kann.

§ 9. Gleislage und Umgrenzung der Fahrzeuge.

1. Sämtliche Gleise, die dem öffentlichen Verkehr dienen, sind in solchem Abstande von festen, 1 m und mehr über Schienenoberkante hinausragenden Gegenständen anzuordnen, dafs die Gleismitte um die Hälfte der gröfsten Breite der Fahrzeuge zuzüglich 400 mm von ihnen entfernt bleibt.

2. Der Abstand der Gleismitte von den Randsteinen der Fufssteige mufs mindestens die Hälfte der gröfsten Breite der Betriebsmittel betragen.

3. In den Ausweichen und doppelgleisigen Strecken mufs in der Geraden der Abstand der beiden Gleismitten mindestens 400 mm mehr als die gröfste Breite der Betriebsmittel betragen.

4. In Krümmungen mufs mindestens eine Berührung sich begegnender Fahrzeuge auch bei unregelmäfsiger Gleislage ausgeschlossen sein. Wo es die örtlichen Verhältnisse gestatten, kann aufserdem noch ein freier Raum bis zu 400 mm (wie unter 3.) gefordert werden.

§ 10. Kreuzungen zwischen Strafsenbahnen und anderen Bahnen.

1. Für die Anlage, Unterhaltung und Sicherung von Kreuzungen zwischen Strafsenbahnen und Haupt- und Nebenbahnen sind die auf Grund des § 8[3] des Kleinbahngesetzes erlassenen Bestimmungen mafsgebend.

2. Für Kreuzungen in Schienenhöhe zwischen Strafsenbahnen und anderen Kleinbahnen und Privatanschlufsbahnen sind erforderlichenfalls besondere Sicherungen durch die eisenbahntechnische Aufsichtsbehörde vorzuschreiben.

§ 11. Fahrbarer Zustand der Bahn.

Die Bahn ist fortwährend in einem solchen Zustande zu erhalten, dafs jede Strecke, soweit sie sich nicht in Ausbesserung befindet, ohne Gefahr mit der für sie genehmigten gröfsten Geschwindigkeit befahren werden kann.

Soweit die Unterhaltung eiserner Brücken dem Unternehmer obliegt, sind sie mindestens alle 5 Jahre wiederkehrenden Prüfungen zu unterziehen, über deren Ergebnis Bücher zu führen sind.

Literatur.

(Zu §§ 1 bis 11.)

A. Einzelwerke und Druckhefte.

Klein, Die inneren Kommunikationen der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika. Wien 1842.

Easton, Street or Horse-power Railways. Philadelphia 1859.

Moller, Strafsen-Eisenbahnen. Hamburg 1862.

Bürkli, Strafsenbahnen in Städten. Zürich 1865.

Bürkli, Ziegler und Huber, Strafsenbahnen in Zürich. Zürich 1878.

Heusinger von Waldegg, Handb. f. spezielle Eisenbahntechnik, V. Band, III. Kap. (bearb. von O. Büsing). Leipzig 1878.

Lutz, Strafsen-Eisenbahnen. Zürich 1878.

Challot, Tramways et chemins de fer sur routes. Paris 1878.

Fischer-Dick, Über die Entwickelung des Oberbaues bei Strafseneisenbahnen. Berlin 1880.

Dietrich, Die zukünftige Entwickelung der Berliner Verkehrsverhältnisse. Berlin 1881.

Hostmann, Die Lokalbahnen in den Niederlanden. Berlin 1882.

Dietrich, Die Asphaltstrafsen. Berlin 1882.

Dietrich, Baumaterialien der Steinstrafsen. Berlin 1885.

Kaiser, Die Stuttgarter Pferdebahnen. Stuttgart 1885.

Launhardt, Theorie des Trassierens. Hannover 1887.

Wright, American Street Railways. Chicago 1888.

Baumeister, Städtisches Strafsenwesen. Berlin 1890.

Haarmann, Das Eisenbahn-Geleise. Leipzig 1891.

Fairshild, Street Railways. New-York 1892.

Hubault, Omnibus et tramways de Paris et du Département de la Seine. Paris 1894.

Kinnear Clark, Tramways. London 1894.

Killingworth Hedges, American Electric Street Railways. London 1894.

Loewe, Strafsenbaukunde. Wiesbaden 1895.

Haarmann, Die Kleinbahnen. Berlin 1895.

Koestler, Nordamerikanische Strafsenbahnen. Wien 1896.

Tavernier, Les tramways aux Etats-Unis. Paris 1896.

Blum, v. Borries u. Barkhausen, Der Eisenbahnbau der Gegenwart, II. Abschnitt: Oberbau. Wiesbaden 1897.

Dupuy, La traction électrique. Paris 1897.

Dawson, Electric railways and tramways. London 1897.

Maréchal, Les tramways électriques. Paris 1897.

Baltzer, Die elektrische Stadtbahn in Berlin. Berlin 1897.

Godfernaux, La traction mechanique des tramways. Paris 1898.

Pratt & Alden, Street-Railway Roadbed. New-York 1898.

Fischer-Dick, 25 Jahre bei der Grofsen Berliner Strafsenbahn. Wiesbaden 1898.

Blondel & Dubois, La traction électrique. Paris 1898.

Sérafon, Les tramways. Paris 1898.

Schiemann, Bau und Betrieb elektrischer Bahnen. Leipzig 1898.

Corsepius, Die elektrischen Bahnen. Leipzig 1900.

Genzmer, Die städtischen Strafsen. Stuttgart 1900.

Schaar, Verbesserung des Schienenstofses für Vignoles- und Rillenschienen-Oberbau. Nürnberg 1900.

Siemens & Halske, Elektrische Bahnen. Berlin 1900.

Gerard, Traction électrique. Paris 1900.

Zacharias, Bau und Betrieb elektrischer Strafsenbahnen. Halle a. S. 1902.

Weicht, Bau von Strafsen und Strafsenbahnen. Berlin 1902.

Die Grofse Berliner Strafsenbahn 1871 bis 1902 (Denkschrift). Berlin 1902.

Buchwald, Der Oberbau der Strafsen- und Kleinbahnen. Wiesbaden 1903.

Schimpf, Die Strafsenbahnen in den Vereinigten Staaten. Berlin 1903.

Berger, Die Städtischen Elektrizitätswerke und Strafsenbahnen in Wien. Wien 1903.

Herzog, Elektrisch betriebene Strafsenbahnen. München-Berlin 1903.

Wuttke, Die deutschen Städte. Leipzig 1904.

Herzog, Die elektrisch betriebenen Strafsen-, Neben-, Berg- und Vollbahnen der Schweiz. Zürich 1905.

Sattler, Elektrische Traktion. Hannover 1905.

Dietrich, Die Entwicklung des Strafsenbahngleises infolge Einführung des elektrischen Betriebes. Berlin 1906.

Birk, Der Wegebau. Leipzig-Wien 1906.

Klose, Über den Einflufs des Einbaues der Strafsenbahngleise auf die Pflasterarten der Verkehrsstrafsen in Grofsstädten. Berlin 1907.

Krause, Entwurf für die Herstellung neuer Verkehrswege zur Entlastung stark belasteter Strafsen und Plätze in Berlin. Berlin 1908.

Brix u. Genzmer, Städtebauliche Vorträge. Berlin 1908/09.

Hermes, Finanzierung und Rentabilität der deutschen Strafsenbahnen. Jena 1909.

Kautny, Handbuch der autogenen Schweifsung. Halle a. S. 1909.

Haselmann, Die Aachener Kleinbahnen. Jena 1909.

Wittig, Die Weltstädte und der elektrische Schnellverkehr. Berlin 1909.

Internationaler Strafsenbahn- und Kleinbahn-Verein. Kongrefs-Berichte 1886 bis 1910. Brüssel 1910.

Liebmann, Die Klein- u. Strafsenbahnen. Leipzig 1910.

Buchmann, Die Entwickelung der Grofsen Berliner Strafsenbahn und ihre Bedeutung für die Verkehrsentwickelung Berlins. Berlin 1910.

Strohmeyer, Der Eisenbahnbau, IV. Teil Strafsenbahnen. Leipzig 1910.

Müller, Der Einflufs der neuzeitlichen Verkehrssteigerung auf die Durchbildung und Gestaltung der Strafsenbahnschienen. Dresden 1910.

Knelles, Die Berechnung von Gleis- und Weichenanlagen. Berlin 1910.

Ertel, Kalender für Betriebsbeamte elektrischer Bahnen. Elberfeld 1911.

Uppenborn-Dettmar, Deutscher Kalender für Elektrotechniker. München-Berlin 1911.

Schoeningh, Die Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung der Kleinbahnen im rheinisch-westfälischen Kohlenrevier. Paderborn 1911.

Die Grofse Berliner Strafsenbahn und ihre Nebenbahnen 1902 bis 1911 (Denkschrift). Berlin 1911.

„Hütte", Des Ingenieurs Taschenbuch, 21. Aufl. Berlin 1911.

Kayser, Die belgischen Kleinbahnen. Berlin 1911.

Heusinger v. Waldegg-Meyer, Kalender für Eisenbahn-Techniker. Wiesbaden 1911.

Boshart, Strafsenbahnen. Leipzig 1911.

Foerster, Taschenbuch für Bauingenieure. Berlin 1911.

Verein Deutscher Strafsenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen. Niederschriften der Hauptversammlungen 1895 bis 1911. Berlin 1911.

Jahrbücher der Deutschen Strafsen- und Kleinbahn-Zeitung. Berlin 1908 bis 1911.

B. Abhandlungen in Zeitschriften.

I. Allgemeines.

(Zu § 1.)

Die Strafsen- und Zahnradbahnen. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw., Supplem. Bd. 8, 1882.

H. Keller, Mitteilungen über Strafsenbahnen Englands. Zentralbl. d. Bauverw. 1882, S. 217.

Dr. Hilse, Die Entwickelung der deutschen Strafsenbahnen von 1865 bis 1890. Zentralbl. d. Bauverw. 1890, S. 250.

Die Strafsenbahnen von Boston. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1895, S. 372.

F. Mertsching, Die elektr. Strafsenbahnen in Stuttgart. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1896, S. 451.

Die Strafsenbahnen in Leipzig. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1898, S. 589.

Strafsenbahngleise zu Süd-Bend, Ind. Engng. news 1899, Febr., S. 86.

Umbau der Züricher Pferdebahn auf Meterspur für elektr. Betrieb. Schweiz. Bauz. 1899 I, S. 156. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 429.

Strafsenbahnen in Genua. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 476.

Elektr. Strafsenbahn in Nizza. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 477.

Schiefe Ebene der elektr. Strafsenbahn Palermo-Monreale. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 560.

Gründler, Das Strafsenbahnwesen in Nord-Amerika. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1901, S. 1789.

Wirkungen abirrender Ströme bei elektrischen Strafsenbahnbetrieben. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 615.

Die elektr. Hoch- und Untergrundbahn in Berlin von Siemens u. Halske. Deutsche Bauz. 1901, S. 609, 617.

Spängler, Über den Umbau der Budapester Pferdebahn auf elektr. Betrieb. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1901, S. 685, 705. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 25, 41, 57, 73, 89, 106.

Die elektr. Strafsenbahn zu Mannheim. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1902, S. 101.

Ausbau und Betrieb der Strafsenbahnen in Wien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 69.

Gründler, Strafsenbahnwesen in Nordamerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 155, 401.

Die städtische Strafsenbahn in Luzern. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 175, 189, 207.

Betrachtungen über englische Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 291.

Elektrische Strafsenbahn von Paris nach Arpajon. Génie civil 1902, Bd. 40, S. 421.

Denizet, Die elektr. Strafsenbahnen in Marseille. Ann. des ponts et chaussées 1902 I, S. 2. — Génie civil 1902, Bd. 41, S. 229.

Strafsenbahnen der Stadt Düsseldorf. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 466, 482.

Strafsenbahn und Verkehrswesen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 480.

Ulbricht, Gefährdung von Metallrohrleitungen durch elektr. Bahnen. Elektr. Zeitschr. 1902, S. 720.

W. Mattersdorf, Entwickelung von Strafsenbahnbetrieben in bildlicher Darstellung. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1902, S. 313.

G. Schimpf, Strafsenbahnen in den Ver. Staaten von Amerika. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1902, S. 253, 361, 442, 524.

Die Strafsenbahnen Deutschlands im Jahre 1901: Statistische Zusammenstellung. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1903, S. 313.

Geschichtliches über die Entwickelung der Londoner Strafsenbahngesellschaften. Engineer 1903 I, S. 564.

Bau von elektrischen Bahnen in Melburne. Glasers Ann. 1903 I, S. 58.

Die elektrische Bahn Bonn-Bleuel. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 166.

Einführung des elektr. Betriebes bei den Strafsenbahnen im Süden Londons. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1903 II, S. 197.

Thormann, Untersuchungen über vagabundierende Ströme auf den Strafsenbahnen in Genf. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 555. — Schweiz. Bauz. 1903 II, S. 86.

Zur Frage der Wirtschaftlichkeit von Strafsenbahnen. Südd. Techn. Zeitung 1903, S. 341. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 507.

Eisig, Wirtschaftliches und Technisches über gemeindliche Strafsenbahnen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1903, S. 1604.

Strafsenbau und Bahnen in St. Louis. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 423.

Strafsenbahnen der Stadt Düsseldorf. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 514.

Strafsen- und Kleinbahnen in England. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1905, S. 322.

Die elektrischen Bahnen zu Hastings. Engineer 1905, S. 359.

Strafsenbahnbau und -Material in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 402 u. 508.

Die elektrischen Bahnen von Philadelphia. Génie civil 1905, Bd. 48, S. 49. — Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1905, S. 2118.

Kürsteiner, Die Verlängerung der Appenzeller Strafsenbahn von Gais nach Appenzell. Schweiz. Bauz. 1905 I, S. 293.

Strafsenbahnen in Australien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 478.

Berliner Schnellbahnpläne. Deutsche Bauz. 1905, S. 566.

Zum 40 jährigen Bestand der Strafsenbahnen in Wien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 579.

Über elektrische Bahnen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 613 u. 646.

Armknecht, Die elektrische Strafsenbahn in Norrköping. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 161 u. 189.

Hinden, Entwurf einer elektrischen Strafsenbahn. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 477, 542, 586.

Dietrich, Kulturelle Bedeutung der elektrischen Strafsenbahnen in politischer und wirtschaftlicher Beziehung. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 346.

Armknecht, Die städtische elektrische Strafsenbahn in Coepenick. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 53, 75, 106.

Dietrich, Die Verkehrsentwickelung der Strafsenbahnen unter der Einwirkung des elektrischen Betriebes. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 227, 256, 295.

Die städtische elektrische Strafsenbahn in Zittau. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 724 u. 762.

Die elektrische Strafsenbahn zu Pontypridd. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 500.

Die elektrische Strafsenbahn in Rostock. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 59.

Die elektrische Strafsenbahn von West-Ham b. London. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 944.

Kayser, Beobachtungen über die Wirkungen vagabundierender Ströme der Strafsenbahnen in Amerika. Zeitschr. f. Tranportw. u. Strafsenb. 1906, S. 65 u. 85.

Kayser, Amerikanische Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 125.

Die Ausstellung der Wiener städtischen Strafsenbahnen in Mailand. Daselbst 1906, S. 516.

Stahl, Automobilverkehr und Strafsenbahn. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 527, 552, 580.

Die staatliche Strafsenbahn Dresden-Hainsberg. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1906, S. 471.

Perwo, Die Strafsenbahnen in San Franzisko nach dem Erdbeben. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1906, S. 660.

Dietrich, Die neue Unterpflaster-Strafsenbahn in London. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1906, S. 375.

Elektrolytische Zerstörungen von Eisen und Stahl in Beton. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 432.

Die Frage der Strafsenbahn-Verstadtlichung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 502.

Strafsenbahnbau und Unterhaltung in Sheffield. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 567.

Stiassny, Städtische und private Strafsenbahnen in Österreich. Daselbst 1908, S. 383, 408, 429, 447.

Städtische Strafsenbahnen in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 556.

Dietrich, Zur Berliner Verkehrsfrage. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 317.

Strafsentiefbahn in Washington. Electr. Railway Journ. 1908, Bd. 32, S. 1444.

Fortschritte bei der Chicago'er Eisenbahn-Gesellschaft. Electr. Railway Journ. 1908, Bd. 32, S. 1455.

Die Strafsenbahnen der Erde. L'industrie d. tramw. et chemin de fer 1908, S. 469.

Londoner Verkehr. Zeitung d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1909, S. 288.

Die Strafsenbahnen von Nottingham. Bull. des Int. Eisenbahn-Kongrefs-Verbandes 1909, S. 337.

Zur Frage einer künftigen Kommunalisierung der Aachener Kleinbahnen. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 1348.

Das Bahnnetz der Hamburger Strafsenbahnen. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 987.

Herlt, Türkische Strafsenbahnen. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 384.

Coste, Die Gemeinde-Strafsenbahnen von Glasgow. L'industrie des tramw. et chemin de fer 1909, S. 495.

Kemmann, Das englische Handelsamt über den Londoner Verkehr. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1909, S. 377, 441, 497.

Die Strafsenbahnen der Stadt Mexiko. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 33, S. 1014.

Die Strafsenbahnen in Bombay. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 34, S. 974.

Die abirrenden Ströme im elektrischen Betriebe. L'industrie d. tramw. et chemin de fer 1909, S. 370.

Musil, Die Entwickelung der Stadtschnellbahnen. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1909, S. 525 u. 564.

Korten, Der Einflufs des Bergbaues auf Strafsenbahngleise und seine Bekämpfung. Glückauf 1909, S. 865.

Der Umbau der städtischen Strafsenbahnen in Chicago. Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1910, S. 781.

Bonnevie, Generalbericht über die Anlage von Kleinbahnen und Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 605 u. 635.

Wynne Roberts, Bericht über das Strafsenbahnwesen in Grofsbritannien. Daselbst 1910, S. 771.

Stahl, Beschleunigter Verkehr auf Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1910, S. 525.

Elektrische Kleinbahnen im Staate Illinois. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 168.

Umbau eines Strafsenbahn-Tunnels unter dem Chicagoflufs. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 730.

Schimpff, Berliner Verkehrsfragen und der Wettbewerb Grofs-Berlin. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1910, S. 381 u. 693.

Geppert u. Liese, Schutz von Gas- und Wasserrohren gegen Zerstörung durch Erdströme. Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1910, S. 953.

Kuntzemüller, Die elektrische Strafsenbahn Baden-Baden. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1910, S. 473, 489, 824, 839.

Wernekke, Bahnbau- und Betriebspraxis in Amerika. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1910, S. 333.

Bahnen in England. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1910, S. 128.

Perwo, Belgiens Bahn- und Wasserstrafsen-Verkehr. Daselbst 1910, S. 237.

Ziffer, Belgische Vizinalbahnen. Daselbst 1910, S. 598.

Die Brüsseler Strafsenbahnen. Daselbst 1910, S. 607.

Mendel, Die finanziellen und wirtschaftlichen Grundlagen der Strafsenbahnen und Kleinbahnen in Deutschland. Daselbst 1910, S. 32, 47, 170, 239, 256, 365.

Biedermann, Das grofsstädtische Verkehrswesen auf der Städtebau-Ausstellung in Berlin. Daselbst 1910, S. 570.

Die elektrischen Bahnen in den Vereinigten Staaten. Daselbst 1910, S. 138, 156, 867, 914.
Wuttke, Probleme der Verkehrspolitik in Deutschland. Daselbst 1910, S. 316.
Vorschriften zum Schutze der Gas- und Wasserröhren gegen schädliche Einwirkungen der Ströme elektrischer Gleichstrombahnen, welche die Schienen als Leiter benutzen. Daselbst 1910, S. 443.
Hochenegg, Vorschläge zur Verbesserung der Wiener Verkehrsverhältnisse. Daselbst 1910, S. 737, 753, 774, 791, 801, 820.
Der Verkehr von Grofs-New-York. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1910, S. 216.
Journé, Die Strafsenbahnen des Grafschaftsrates von London. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1910, S. 145.
Samter, Das Bostoner Verkehrssystem. Verk.-Woche 1910, S. 561.
Erbstein, Der Umbau der städtischen Strafsenbahnen in Chicago. Zeitung d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1910, S. 781.
Stahl, Beschleunigter Verkehr auf Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1910, S. 525.
Bau und Ausrüstung der Strafsenbahnen in Winnipeg (Canada). Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 66.
Die Entwickelung der Strafsenbahnen in den Vereinigten Staaten von 1902 bis 1907. Engng. news 1910, S. 735.
Die Wiederherstellung des Washington-Strafsentunnels unter dem Chicagoflufs. Engng. news 1910, S. 72.
Die Strafsenbahnen einiger deutschen und amerikanischen Städte. Engng. news 1910, S. 104.
Calhann, Das Strafsenbahnwesen, vom öffentlichen Gesichtspunkt aus betrachtet. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 792.
Schimpff, Berliner Verkehrsfragen und der Wettbewerb Grofs-Berlin. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1910, S. 693, 721.
Koll u. Hehn, Der Verkehr in Grofs-Berlin. Verk.-Woche 1910, S. 261; 1911, S. 345, 513, 654, 693.
Zezula, Die Wirtschaftlichkeit städtischer Strafsenbahnen, mit besonderer Berücksichtigung schweizerischer Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1911, S. 1.
Blum, Der Verkehr als Grundlage der Weltstadtentwickelung. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1911, S. 7, 58, 88, 133.
Arnold, Stadt-Verkehrsaufgaben (Pittsburg). Engng. news 1911, S. 176 u. 203.
Steiner, Kritische Betrachtungen über die verschiedenen Wiener Verkehrsprojekte. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1911, S. 201 u. 224.
Schwieger, Zweckverband und Schnellbahnen. Verk.-Woche 1911, S. 749.
Biedermann, Wesen und Aufgabe städtischer Strafsen- und Schnellbahnen mit Beziehung auf die Wiener Schnellverkehrsfrage. Zeitung d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1911, S. 537.
Wulff, Die elektrischen Strafsen- und Untergrundbahnen in Buenos-Aires. Elektr. Zeitschr. 1911, S. 584.
Die Strafsenbahnen des Londoner Grafschaftsrates. Engineering 1911, S. 694.
Ford, Bacon u. Davis, Eine ingenieur-technische Studie über die Schnellverkehrsfragen in Philadelphia. Engng. news 1911, S. 105.
Buschbaum, Die neuen Erdstromvorschriften und ihre Anwendung auf elektrische Strafsenbahnen unter Berücksichtigung der Anlagekosten und der Wirtschaftlichkeit. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1911, S. 831.
Vorschriften des englischen Handelsamtes betreffend die Verhinderung der schädlichen Folgen abirrender Ströme. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1911, S. 384.
Strafsenbahnen der Stadt Düsseldorf. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 640.
Projekt einer grofsen Verkehrsanlage für Chicago. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 344.
Elektrische Strafsenbahn mit steilem Gefälle (Bremsberg) in Seattle. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 375. — Engng. news 1911, S. 272.
Das Netz der Strafsenbahnen von Lyon. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1911, S. 231.
Die Bahnanlagen in New Jersey. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 38, S. 576.
Stahl, Der Verkehr im rheinisch-westfälischen Industriegebiet. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1911, S. 503.
Erläuterungen zu den Vorschriften betr. Schutz der Gas- und Wasserröhren. Elektr. Zeitschr. 1911, S. 511.
Arnold, Bericht über die Verkehrsbedingungen in Los Angeles. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 38, S. 907.
Wirtschaftliches über Gemeinde-Strafsenbahnen. Engineering 1911, S. 500.
Der Verkehr Londons. Engineering 1911, S. 770.
Dietrich, Die Entwickelung des Berliner Verkehrs. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 591.
Biedermann, Der Wettbewerb um einen Bebauungsplan von Berlin und seine verkehrspolitischen Lehren. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 70, 89, 104.
Kuntzenmüller, Der Londoner Verkehr. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 105.
Wernekke, Die Strafsenbahnen von Kanada. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 705.

Das Zweckverbandsgesetz für Grofs-Berlin. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 479, 494, 507.
Das Wachstum des New-Yorker Verkehrs. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1912, S. 192. — Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1912, S. 105.
Die Bostoner Hoch- und Untergrundbahnen. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1912, S. 89.
Scholtes, Ein kritischer Vergleich über Benutzung und Ausbreitung von Strafsenbahnen. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1912, S. 31.
Die neuen Untergrundbahnen in New-York. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1912, S. 23.
Wernekke, Die Strafsenbahnen von Australien und Tasmanien. Daselbst 1912, S. 55.
Die Londoner Strafsenbahnen im Jahre 1910/11. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1912, S. 120.
Schilling, Zur Frage des Kommunal-Betriebes von Verkehrs-Untersuchungen. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1912, S. 184.
Winkler, Die Entwickelung der elektrischen Bahnen. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1912, S. 214.
Die neue Hoch- und Untergrundbahn in Hamburg. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1912, S. 222.

II. Trassierung und Strafsenbahn-Oberbau.

(Zu § 2 bis 7, aufser § 6, Abschnitt 3.)

Die Bedingungen für Anlage und Betrieb von Strafsenbahnen in Berlin. Deutsche Bauz. 1880, S. 263.
Der Umbau der oberitalienischen Landstrafsen mit Rücksicht auf die Einlegung von Strafsenbahngleisen. Sekundärbahn-Zeitung 1882, S. 411.
Oberbau der Strafsenbahnen. Zentralbl. d. Bauverw. 1882, S. 14, 42.
Neuerungen an Strafsenbahnschienen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1884, S. 363.
Keller, Schwellenschienenoberbau auf dem Packhof in Berlin. Zentralbl. d. Bauverw. 1885, S. 434.
Keller, Haarmann's Schwellenschienenoberbau für Strafsenbahnen. Zentralbl. d. Bauverw. 1887, S. 404.
Strafsenbahnoberbau. Revue génér. des chem. de fer 1887, Januarheft.
Oberbau von W. Klette für Gleise in gepflasterten Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 182, 211.
Fischer-Dick, Bericht über den Gleisoberbau. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1894, S. 580.
Oberbau der Rheinischen Stahlwerke für Kleinbahnen, insbesondere der Hartwich-Oberbau für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1895, S. 449.
North, Entstehung und Veränderung der nordamerikanischen Stufen- und Rillenschiene. Railroad gazette 1896, S. 842.
Fischer-Dick, Erfahrungen im kombinierten elektrischen Betriebe. Zeitschr. d. Ver. f. Eisenbahnkunde 1896, S. 195.
Strafsenoberbau. Revue géner. des chem. de fer 1897, S. 284.
Strafsenbahnen im Stadtinnern. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 525. — Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1898, S. 599.
Belästigung des Wagenverkehrs durch unrichtige Lage der Strafsenbahngleise. Deutsche Bauz. 1898, S. 314, 624; 1899, S. 3, 117, 320. — Zentralb. d. Bauverw. 1898, S. 495; 1899, S. 470, 531. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 525.
Strafsengleis und Spurweite. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 29.
Anlage und Konstruktion von Strafsengleisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 203, 443.
Birk, Die Entwickelung des Strafsenbahnoberbaues. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1899, S. 70.
Vorrichtung zum Verstellen von Strafsenbahnweichen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 169, 282.
Eine neue Schienenform für Strafsenbahnen in Paris. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 522.
Bau und Instandhaltung von Strafsenbahngleisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 554.
Schwerer Strafsenbahnoberbau in Marseille. Revue techn. 1899, S. 361. — Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1900, S. 49.
A. Trautweiler, Über die Wahl der Spurweite für Lokal- und Trambahnen. Schweiz. Bauz. 1900 II, S. 1. 12. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 332.
Schienenverschleifs und die ökonomische Bedeutung des verschweifsten Schienenstofses bei Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 418.
Neuerungen an Trambahngleisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 418.
Demerbe, Strafsenoberbau. Engineering 1900, Bd. 70, S. 481. — Zentralbl. d. Bauverw. 1901, S. 170.
Blum, Neuere städtische Bahnen. Bauing.-Zeitung 1901, S. 219.
Stofsverbindungen für Strafsenbahnschienen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 102, 141, 219, 378.
Über die Gleisanlage der elektrischen oder Pferdebahnen in öffentlichen Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 614. — Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1901, S. 1453.

Bodmer, Mafsgebende Gesichtspunkte bei der Wahl oder Prüfung von Schienenstahl mit besonderer Berücksichtigung der Strafsenschienen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1901, S. 1789. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 138.

Strafsenbahnoberbau zu Seranton, Pa. Engng. news 1901 II, S. 495; 1902 I, S. 188.

Der Oberbau der städtischen Strafsenbahnen in Zürich. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 306.

Schap, Neue Schienenstofsverbindungen. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1902, S. 532, 731.

Oberbau der Strafsenbahnen von London-Süd. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 514.

Neue Schiene für Strafsenbahnen. Nouv. ann. de la constr. 1902, S. 46.

Schienenstofsverbindung der Union Traction Cie. in Philadelphia. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1902, S. 1563. — Schweiz. Bauz. 1902 II, S. 143.

Schienenschweifsung nach dem Goldschmidt'schen aluminothermischen Verfahren. Glasers Ann. f. Gew. u. Bauw. 1902, S. 230.

Unterirdische Stromzuführung für elektrische Bahnen ohne Schlitz nach Bauart Cruvellier. Génie civil 1902, Bd. 41, S. 57. — Engineer 1902 I, S. 588. — Engineering 1902 I, S. 212. — Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1903, S. 111.

Hörburger, Zur Frage der Stofsverbindung beim Strafsenbahngleis. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 86, 104.

Leitende Schienenverbindung für elektrische Bahnen. D. R. P. Nr. 129759 von Karl Holzmann in Budapest. Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 184.

Eiserne Strafsengleise für städtische Strafsen. Nach Engng. news, Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 83.

Neue Schienenstofsverbindung des Hoerder Bergwerks- u. Hüttenver. zu Hoerde i. W. (Fufsklammerstofs). Glasers Ann. f. Gew. u. Bauw. 1903 I, S. 55. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 266.

Über amerikanische Schienenprofile für Strafsenbahnen, unter Berücksichtigung verschiedener Pflasterarten. Engng. news 1903 I, S. 191. — Engng. record 1903, Bd. 47, S. 465. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 299.

Neue Schienenstofsverbindung für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 443.

Eine neue selbsttätige Weiche für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 490.

Neue Verbindung für Strafsenbahnschienen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 571.

Elektrisch geschweifste Schienenstöfse. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 550 u. 553.

Neue Schiene für Strafsenbahnen in Milwaukee. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 109.

Björkegren, Die mechanische und elektrische Stellvorrichtung der Weichen für unterirdische Stromzuführung bei der Grofsen Berliner Strafsenbahn. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1905, S. 298.

Neuere Oberbauformen für Strafsenbahnen in den Vereinigten Staaten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 208.

Über Stofsanordnungen bei Strafsenbahnschienen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 350.

Strafsenbahnoberbau in Halifax. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 364.

Teilleiter für elektrische Strafsenbahnen. Zentralbl. d. Bauverw. 1905, S. 412.

Neue Gleisanordnung für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 459.

Elektrische Schienenschweifsung. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 490.

Entwickelung des Oberbaues bei der Grofsen Berliner Strafsenbahn. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 13 u. 71.

Schienen aus Manganstahl auf der Bostoner Hochbahn. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 731.

Schienenstöfse auf elektrischen Bahnen. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 813.

Zungensicherung für Strafsenbahnweichen. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 87.

Selbsttätige Weichenstellvorrichtung für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 211.

Stofsverbindung der Strafsenbahnschienen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 103.

Vorrichtung zum Feilen, Hobeln oder Fräsen der im Gleis liegenden Schienen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 164.

Küppers, Neue Schienenstofsverbindungen für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 269 u. 291.

Nachstellbare Befestigungsvorrichtung für Strafsenbahnschienen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 317.

Buchwald, Die Stofsverbindung der Rillenschienen elektrischer Strafsenbahnen. Elektrotechn. Zeitschr. 1906, S. 607.

Das System „Romapac“ zur Erneuerung der Strafsenbahnschienen. Engng. news 1906 I, S. 571.

Klose, Über die Anordnung von Strafsenbahngleisen in breiten Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 283 u. 307.

Die Regulierung der Spurweite bei Rillenschienen. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1906, S. 390.

Grimme, Schienenstofssicherung. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1906, S. 519.
Lahne, Schienenschleifmaschine. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1906, S. 436.
Grimme, Die Wellenbildung auf den Schienen der elektrisch betriebenen Bahnen und die Mittel zu ihrer Einschränkung. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1906, S. 932.
Neue Konstruktion von Strafsenbahnschienen. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1906, S. 394.
Kranwagen zum Verlegen der Schienen. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1906, S. 748.
Oberflächenkontaktsystem in Lincoln, England. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1906, S. 438.
Eine tragbare pneumatische Schienensäge. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1906, S. 123.
Konstruktion und Unterhaltung von Strafsenbahngleisen in Amerika. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 604.
Der Oberbau der Untergrundbahnen in New York. Engng. news 1906 II, S. 113.
Strafsenbahnoberbau für Pflasterstrafsen zu Buffalo, N.-Y. Engng. news 1906 II, S. 211.
Die Bauart der Gleise bei der Untergrundbahn in Philadelphia. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1906 I, S. 129.
Strafsenbahnschienen mit auswechselbarem Kopf. Génie civil 1906, Bd. 49, S. 236.
Haltevorrichtung für Weichenzungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S 454.
Der Oberbau der städtischen Strafsenbahn in Frankfurt a. M. Daselbst 1906, S. 455.
Neue stromleitende Verbindung für Schienen elektrischer Bahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 515.
Mehrteilige Strafsenbahnschiene, deren Fahrkopfschiene mit einem unteren Ansatz in einer Rille der Tragschiene auswechselbar gelagert ist. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 516.
Stofsverbindung der Strafsenbahnschienen in Philadelphia. Engng. 1906 II, S. 658.
Mittel zur Verhinderung der Schienenwanderung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 584.
Schienenstofsstuhl aus zwei ⊔-Eisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 647.
Der Oberbau der Vereinigten Strafsenbahn-Gesellschaft in St. Louis. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 736.

Strafsenbahnunterbau von grofser Lebensdauer. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1907, S. 78.
Eine neue leitende Schienenverbindung für elektrische Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 73.
Neuer Oberbau der Strafsenbahn in Boston. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 119.
Strafsenbahn-Oberbaufragen in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika. Daselbst 1907, S. 204.
Busse, Gleisbau in innerstädtischen Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 303.
Sieber, Über die wellenförmige Abnutzung von Strafsenbahnschienen. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1907, S. 329 u. 1908, S. 485.
Schienenstofsverbindung mit Kopflasche. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 362.
Neuere Oberbauformen für Strafsenbahnen in Fort Wayne (Indiana, U. S. A.). Daselbst 1907, S. 450.
Neue Schiene für Strafsenbahnen in Chicago. Daselbst 1907, S. 472. — Engng. record 1907, S. 432.
Klose, Einige theoretische Betrachtungen über die eingebettete Strafsenbahnschiene. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 490 u. 514.

Neuere Oberbauformen für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 767.
Eine tragbare elektrische Bohrmaschine für Gleisarbeiten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 72.
Schienenverbindungen für Strafsenbahnen in England. Daselbst 1908, S. 574 u. 597.
Heuer, Über die Anlage von Schutzinseln in Verkehrsstrafsen mit Strafsenbahngleisen. Daselbst 1908, S. 744.
Breitfüfsige Schienen ohne Rille für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 37.
Spängler, Schienenstofs-Mefswagen der städtischen Strafsenbahn in Wien. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1908, S. 568.
Gosse de Serlay, Vergleich der Ausführungskosten von Eisen- und Stahlschnitten. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1908, S. 375.
Sparks, Bahnkreuzungen. Electr. Railway Journ. 1908, Bd. 32, S. 1419.
Gleiserneuerung in New-York. Electr. Railway Journ. 1908, Bd. 32, S. 1648.
Schienenverbindungen für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 574, 597.
Neue Oberbauform für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 617.
Bloss, Ein Strafsenbahn-Oberbau auf Eisenbetonquerschwellen. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1909, S. 230.
Eisenbetonschwelle für Strafsenbahnen. Beton u. Eisen 1909, S. 205.
Scheinig, Einiges über Gleisbau und Gleisreparaturarbeiten elektrischer Strafsenbahnen. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1909, S. 485.

Stephany u. Hof, Gleisberechnung für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 344, 368, 384, 404, 444, 463, 485, 507, 528, 573, 594, 612, 654, 676; 1911, S. 279, 305, 328, 351.

Siedek, Die neuen Stofsverbindungen der Wiener städtischen Strafsenbahn. Elektr. u. Maschinenb. Wien 1909, S. 1076.

Die Erneuerung des Strafsenbahnoberbaues in Sheffield. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 554.

Über die Spurweite von Strafsenbahngleisen in Krümmungen. Daselbst 1909, S. 698.

Gufsschweifsung in Minneapolis. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 33, S. 424.

Oberbau für Strafsenbahnen mit mechanischer Zugkraft aufserhalb des Stadtweichbildes. L'ingegneria Ferroviaria 1909, S. 83.

Bourdon, Versuche über den Widerstand von Rillenschienen. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1909, S. 47.

Kautny, Autogene Schienenschweifsung. Mitt. d. österr. Ver. f. d. Förd. d. Strb.-W. 1909, S. 99.

Petersen, Die Riffelbildung auf Strafsenbahnschienen. Elektr. u. masch. Betriebe 1909, S. 90, 98, 108.

Weston, Erneuerung der Strafsenbahngleise in Chicago. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 33, S. 1154. — Journ. of the Western soc. of eng. 1909, S. 673.

Rohlwes, Hydraulische Schienenbiegemaschine. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 793.

Gibbings, Die Schienenstöfse der Strafsenbahnen. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1909, S. 277.

Dietrich, Die elektrische Schienenschweifsung. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 845.

Vereinheitlichung der Schienenprofile für Strafsenbahn- und nebenbahnähnliche Kleinbahnen. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 961.

Zur Verlängerung der Lebensdauer der Holzschwelle. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 966 u. 1125.

Scheinig, Einiges über Gleisbau und Gleisreparaturarbeiten elektrischer Strafsenbahnen. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1909, S. 485.

Goldschmidt, Aluminothermische Schienenschweifsung. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1909, S. 48.

Schenkel, Absteckung und Unterhaltung von Gleiskurven. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1909, S. 493.

Fischer, Die Rillenschiene, ihre Entstehung und Entwickelung. Stahl u. Eisen 1909, S. 1217.

Grimme, Neues auf dem Gebiete des Oberbaues der Strafsen- und Kleinbahnen. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 1217.

Neue Schiene und Stofsverbindung in Cleveland. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 34, S. 433.

Bericht des Ausschusses über Oberbaufragen auf dem Kongrefs zu Denver, U. S. A. Daselbst 1909, Bd. 34, S. 683.

Oberbauanordnung der Seattle-Renton- u. Südbahn. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 34, S. 844.

Strafsenbahnen in parkartigen Strafsen in deutschen Städten. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 34, S. 943.

Schiebebühnen oder Gleiseinführung. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 34, S. 1009.

Weichenanordnung bei Strafsenbahnen mit Schlitzkanal. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1909, S. 437.

Liebmann, Über Riffelbildung bei Schienen. Zeitung d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1909, S. 1363.

Stephany, Gleichungen zur Berechnung der Vergröfserung des Gleisabstandes in den Zwischengeraden einer S-Kurve. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 156.

Weichen- und Signalstellwerke für Strafsenbahnen (Washington). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 303.

Schüler, Ausbau der Hundekehlenstrafse in Schmargendorf b. Berlin. Daselbst 1909, S. 455.

Die Erneuerung des Strafsenbahnoberbaues in Sheffield. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 554.

Durchbiegung von Strafsenbahngleisen in gepflasterten Strafsen (Chicago). Daselbst 1909, S. 710.

Mack, Zulässige Radstände bei Kleinbahnfahrzeugen. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1909, S. 673.

Heym, Schienenverbiegungen. Elektr. u. polyt. Rundschau 1909, S. 488.

Burlet, Oberbau der Lokalbahnen. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1909, S. 463.

Schweifsen der elektrischen Schienenbunde. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1909, S. 471.

Verbesserungen der Gleise der Coney-Island- und Brooklyn-Eisenbahn-Gesellschaft. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 34, S. 1176. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 56.

Bauweise des Strafsenbahn-Oberbaues. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 34, S. 1213.

Elektrische Schienenschweifsung in Berlin. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 34, S. 1226.

Sutherland Warner, Einflufs des Gleises auf die Wagen der Strafsenbahnen. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1910, S. 15.

Verstärkung des Oberbaues in Washington. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 35, S. 436.

Schienenverschleifs bei den Londoner Tiefbahnen. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 35, S. 438.

Weber, Oberbau für Städtebahnen. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 35, S. 537. — Engng. news 1910, S. 431.

Oberbau in Mobile (U. S. A.). Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 35, S. 906; 1911, Bd. 37, S. 296. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 471.

Weichenanordnung mit Zunge ohne Zapfen. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1910, S. 188.

Heuer, Eine neue Ausführung von Schutzinseln in Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 781.
Der Oberbau für elektrische Bahnen in England. The Railway Eng. 1910, S. 175.
Burghart, Stofsfreie Dilatationsvorrichtung im Strafsenbahngleis (Bremen). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 175.
Dagan, Übergangsbögen in Gleisen. Les chemins de fer d'intérêt local et les tramw. 1910, S. 65.
Verhandlungen des Ausschusses für Gleisfragen in New-York. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 223.
Normen für Strafsenbahnoberbau. Engng. news 1910, S. 129.
Lieferungsbedingungen und Normalprofile der Schienen und Laschen der Strafsenbahnen in England. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1910, S. 273.
Wattmann, Schienenschweifsungen. Schweiz. elektr. Zeitschr. 1910, S. 385, 397, 409, 423, 435, 447.
Der Verschleifs der Schienen elektrisch betriebener Bahnen. The Railway Eng. 1910, S. 272.
Herstellung von Schienenbunden durch Oxy-Acetylen-Brenner in Minneapolis. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 369.
Andrews, Betrachtungen über Schienenwellen. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 369.
Bericht über Schienenverschleifs (Brüssel, Strafsenkongrefs). Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 434.
Verwickelte Gleisanordnungen in Milwaukee. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 436.
Entwisle, Geschichte der Strafsenbahnschienen. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 464. — Engng. news 1910, S. 332.
Wattmann, Stadt-Bebauungspläne und Verkehr. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 501. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 101, 128, 149, 173, 197, 222.
Busse, Gleisverbesserungen in Europa. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 504.
Studie über Gleisdurchbiegung und Gleismaterialien (Chicago). Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 655.
Die elektrische Schweifsung der Schienenstöfse in Strafsenbahngleisen. Engng. news 1910, S. 218.
Lange, Theorie der Schienenstöfse. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 722.
Rifenberick, Schienenstöfse. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 744.
Die Gleis- und Streckenbauweise der nordamerikanischen elektrischen Bahnen. Engng. news 1910, S. 456.
Busse, Riffelbildung auf den Schienenfahrflächen. Verk.-Woche 1910, S. 49 u. 82. — Stahl u. Eisen 1911, S. 283.
Bericht des Ausschusses für Oberbau (Amerika). Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 1150.
Vollkommen geschweifste Schienenquerschnitte in Holyoke, Mass. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 1245.
Gleiserneuerung der Strafsenbahnen in Chicago. Engng. news 1910, S. 474. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 836; 1911, S. 16.
Martin, Die Schweifsung der elektrischen Schienenverbindung. Les chemins de fer d'intérêt local et les tramw. 1910, S. 153.
Busse, Neue Erfahrungen und Verbesserungen auf dem Gebiete des Gleisbaues bei städtischen Strafsenbahnen. Verk.-Woche 1910, S. 167, 213, 239, 269.
Goldschmidt, Aluminothermisches Schienenschweifsverfahren. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1910, S. 678; 1911, S. 648.
Buchenholz für Bahnschwellen. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1910, S. 62.
Manganstahl für Strafsenbahnweichen und -Kreuzungen von Edgar Allen & Co., Sheffield. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1910, S. 625.
Raschke, Apparat zum Messen der Schienenabnutzung. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1910, S. 663.
Bukowski, Schienenunterlagplatte mit Stollen für hölzerne Bahnschwellen. Daselbst 1910, S. 569.
Grimme, Spannmittel für Stofsverbindungs- und Klemmplatten-Schrauben. Daselbst 1910, S. 345.
Grimme, Eine neue Stofsverbindung für Strafsenbahnschienen. Daselbst 1910, S. 393.
Strafsenbahn-Arbeitszug zur Verschweifsung der Schienenstöfse. Daselbst 1910, S. 853.
Résal, Mitteilung über die Anwendung parabolischer Übergangsbögen. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1910, S. 501.
Kloeber, Bericht über einige Neuerungen im Strafsen- und Kleinbahn-Oberbau. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1910, S. 616.
Galinsky, Der Vermessungstechniker beim Bau elektrischer Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 507, 531, 554, 579.
Der Oberbau amerikanischer Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 37 u. 56.
Laschen für Strafsenbahnschienen, Anordnung Clark. Génie civil 1910, S. 369.
Schienenprüfmaschine. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 125.
Werner, Die Erneuerung des Oberbaues der Strafsenbahnen in Chicago. Daselbst 1910, S. 836; 1911, S. 16.

Werner, Elektrische Weichenstellvorrichtung für Strafsenbahnen. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1910, S. 11. — Zeitschr. f. Kleinbahnen 1911, S. 670.

Bielschowsky, Die Entwickelung des Oberbaues der Feld- und Industriebahnen. Glaser's Ann. f. Gew. u. Bauw. 1911, S. 15, 21, 41.

Gleisfortschritte im Jahre 1910. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 37, S. 5.

Schienenquerschnitte und Lieferungsbedingungen. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 37, S. 8.

Liebmann, Der Oberbau der Kleinbahnen. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1911, S. 188, 269, 317, 431.

Normen für Gleise in Atlanta, Ga. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 37, S. 78.

Main, Übergangsbögen in Strafsenbahngleisen. Engineering 1911, S. 175.

Birk, Spurerweiterung bei Schmalspurgleisen in Bögen. Les chemins de fer d'intérêt local et les tramw. 1911, S. 198.

Delmez, Selbsttätige elektrisch angetriebene Weichenanlage der Strafsenbahnen von Antwerpen. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1911, S. 1.

Gleisverbesserungen in Savannah, Ga. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 37, S. 299.

Sieber, Wellenförmige Schienenabnutzung. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 37, S. 372. — Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 508.

Oberbau in der Stadt Oklahoma. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 37, S. 448.

Simmons, Der Gebrauch gewöhnlicher Breitfufsschienen in Strafsen. Daselbst 1911, Bd. 37, S. 452.

Änderungen an den Gleisen in Scranton, Pa. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 37, S. 603.

Ein neuer Vorschlag für Eisenschwellen elektrischer Bahnen. Engng. news 1911, S. 380.

Schläpfer, Gleisumbau der städtischen Strafsenbahn Zürich. Schweiz. Bauz. 1911, S. 167.

Galinsky, Fehler in der Gleisanlage und ihre Beseitigung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 112, 135, 230, 255.

Oberbaukonstruktion in Little Rock. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 37, S. 843.

Résal, Über die Widerstandsfähigkeit der Strafsenbahngleise. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1911, S. 139.

Endstation der Wiener Strafsenbahnen am Prater. Rev. gén. des chemins de fer et des tramw. 1911, S. 480.

Sarnetzky, Der Einflufs des Bergbaues auf Bahntrassierungen. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 831 u. 849.

Eine neue Oberbauform für elektrische Klein- und Strafsenbahnen (Amerika). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 376.

Braun, Über die im Strafsenbahnoberbau verwendeten Schienenstöfse mit besonderer Berücksichtigung der Stöfse mit in die Fahrbahn eingreifenden Laschen. Verk.-Woche u. Eisenbahn-Zeitschr. 1911, S. 1077. — Österr.-Ung. Eisenb.-Blatt 1911, S. 575, 585, 610.

Beaumont, Ursachen und Entstehung der Riffelbildung auf Strafsenbahnschienen. Engineering 1911, S. 330.

Zwei neue Schienenstöfse für Strafsenbahnen (Bauart Jones u. Gailor). Engng. news 1911, S. 257. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 656.

Ziffer, Über die Lebensdauer, Einrichtungen und das Verhalten von Oberbau-Unterlagen (Schwellen, Traversen) sowie über die hierbei gewonnenen Erfahrungen. Mitt. d. österr. Ver. f. d. Förd. d. Lok. u. Strafsenb.-Wesens 1911, Heft 8 bis 10, 12.

Die Riffelbildung auf den Schienenfahrflächen (Bericht des Auschusses B. des Vereins deutscher Strafsenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen). Zeitschr. f. Kleinbahnen 1911, S. 828.

Normalien für Schienenlochung (Bericht des Ausschusses B. des Vereins deutscher Strafsenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen). Zeitschr. für Kleinbahnen 1911, S. 829.

Versuche mit Romapac-Verbundschienen in Chicago. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 38, S. 505 u. 1306. — Engng. news 1911, S. 386. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 739.

Pellissier, Eine neue Theorie über die Ursache der wellenförmigen Schienenabnutzung. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 38, S. 528.

Leitsätze über den Bau von Weichen und Kreuzungen. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahn-Wesens 1911, S. 15.

Löwenherz, Elektrisches Schweifsen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1911, S. 1665.

Mohler, Die Ursachen der Schienenabnutzung. Engng. news 1911, S. 656.

Syo, Autogene Schweifsung. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 268, 283, 310.

Neuere Oberbauarten für Strafsen- und Kleinbahnen von dem Georgs-Marien-Bergwerks- u. Hüttenverein Osnabrück. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 654.

Manganhartstahl für Gleiskonstruktionen von Edgar Allen & Co., Sheffield. Daselbst 1911, S. 659.

Zwingauer, Die Schienenbefestigung und ihr Einflufs auf die Lebensdauer der kiefernen Schwellen. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 58 u. 74.

Anordnung einer Weichenstrafse aus Manganstahl bei dem Strafsenbahndepot in Leeds. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 165.

Keidel, Neuere Stofsverbindungen für Strafsenbahn-Oberbau. Daselbst 1911, S. 293, 316, 396.

Strafsenbahn-Stofsverbindungen von Block & Co., Berlin. Daselbst 1911, S. 685.

Itterheim, Eine neue Weichenstellvorrichtung. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 252.

Pawel, Strafsenbahn-Weichenstellvorrichtung. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 478 u. 694.

Strafsenbahn-Weichen und Kreuzungen der Bauart Phönix. Daselbst 1911, S. 633.

Eine neue Strafsenbahn-Weichenstellvorrichtung in Decatur, U. S. A. Daselbst 1911, S. 537.

Buchwald, Die Querschnittsform der Strafsenbahnschienen. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1912, S. 178.

III. Gleise für Strafsenfuhrwerke.

(Zu § 6, Abschnitt 3.)

Verwendung von Stahlplatten als Strafsengleise in Chicago (Universalgleise). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 45.

Gravenhorst, Eisengleise mit wenig vorstehender Rippe in Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb 1897, S. 518. — Deutsche Bauz. 1897, S. 143, 151, 160.

Fuhrwerkschienen in Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1898, S. 422, 519, 583; 1899, S. 113. — Zeitschr. d. Ver. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1898, S. 347. — Engng. news 1898 II, S. 260. — Engineer 1898 I, S. 537. — Zentralbl. d. Bauverw. 1898, S. 495, 508, 568; 1899, S. 470, 531, 598. — Iron age 1899, Mai, S. 24.

Steingleise in Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 159.

Gleise in Landstrafsen. Zentralbl. d. Bauverw. 1900, S. 96, 113, 181, 196, 255.

Schienenweg für Lastfuhrwerke. Schweiz. Bauz. 1900 II, S. 20. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 66.

Nessenius, Die Gestaltung der eisernen Gleise auf Landstrafsen in der Provinz Hannover. Deutsche Bauz. 1902, S. 268. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 432.

Fred. Hood, Stahlgleise und Lastwagen für Landstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 529.

Nessenius, Die Herstellung eiserner Strafsengleise in Landstrafsen. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1902, S. 151, 172. — Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenbahnverw. 1902, S. 1247. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 432; 1903, S. 3, 17, 35, 152.

Eine Versuchsstrecke für Fuhrwerkschienen aus Stahl in New-York-City. Engng. news 1902 II, S. 477. — Génie civil 1903, Bd. 42, S. 221.

Die neuen Strafsen mit Eisenspuren in den Vereinigten Staaten. Revue techn. 1903, S. 462.

Fuhrwerksgleise und Fuhrwerkschienen. Zentralbl. d. Bauverw. 1904, S. 250. — Bauing.-Zeitung 1904, S. 163. — Zeitschr. f. Kleinbahnen 1904, S. 178. — Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1904, S. 174.

Die Strafsen der Zukunft, Gleisstreifen aus Eisen oder Beton. Beton u. Eisen 1905, S. 217. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 231.

Grimme, Chausseen mit Schienengleisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 144; 1907, S. 63.

Schienengleise in Landstrafsen. Engng. news 1906, S. 461. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 315 u. 339.

Eine neue eigenartige Fahrschiene nebst Bettung. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 374.

Weifse, Fuhrwerk-Strafsengleise. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 158.

Brix, Ein Betonblock-Gleis auf Landstrafsen. Beton u. Eisen 1908, S. 306. — Engng. record 1908, Bd. 57, Nr. 18.

Nessenius, Eiserne Gleise in Landstrafsen. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1908, S. 427.

Weifse, Fuhrwerkschienen des Bochumer Vereines. Verk.-Woche u. Eisenbahn-Zeitschr. 1909, S. 447.

Nessenius, Die eisernen Strafsengleise in der Provinz Hannover. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 205 u. 225.

Leichte Schienenbahnen für Automobile. Les chemins de fer d'intérêt local et les tramw. 1911, S. 297.

IV. Gleisverlegung und -Unterhaltung.

(Zu § 8 bis 11.)

Einbettung von Bahngleisen in Asphaltstrafsen. Deutsche Bauz. 1880, S. 431. — Baugewerkszeitg. 1880, S. 624, 641, 653.

Strafsenpflaster an Eisenbahn-Niveau-Übergängen. Deutsche Bauz. 1880, S. 562.

Der Anschlufs des Steinpflasters an die Strafsenbahngleise. Deutsche Bauz. 1890, S. 37. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1890, S. 38.

Erfahrungen der Strafsenbahnverwaltungen mit Verwendung des Asphaltes und Holzes als Pflastermaterial. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1891, S. 256, 269, 345, 361; 1892, S. 357.

Gufseisernes Pflaster neben Strafsenbahngleisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 221, 371. — Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1894, S. 460.

Stein-, Asphalt- und Holzpflaster in Strafsen mit Pferdebahnbetrieb. Daselbst 1894, S. 453, 469, 487.

Anschlufs von Asphaltstrafsen an Bahngleise. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1894, S. 3, 22, 38.

Mohr, Über Eisenbahngleise im Pflaster. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1896, S. 178.

Schienenverlegung auf städtischen Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1896, S. 553.

Haarmann, Über Eisenbahngleise im Pflaster. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1897, S. 37.

Gravenhorst, Das Verlegen der Strafsenbahngleise. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 517, 533.

Schutzvorrichtung für das Strafsenpflaster neben Strafsenbahnschienen. Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 524. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1897, S. 511. — Schweiz. Bauz. 1898 I, S. 82. — Glasers Ann. f. Gew. u. Bauw. 1898, S. 179.

Der Einflufs der Strafsenbahnschienen auf die Strafsenpflasterung und den Strafsenverkehr. Engng. record 1898, Bd. 38, S. 498. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 129, 159.

Pflasterung zwischen Strafsenbahngleisen. Engng. record 1899, Bd. 40, S. 455, 475.

Stahlschienen für Pflasterstrafsen. Engng. record 1899, Bd. 40, S. 610. — Engng. news 1899, Bd. 42, S. 367.

Amerikanisches Strafsenpflaster an Strafsenbahngleisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1899, S. 550.

Die Zerstörung des Stampfasphaltes durch den Strafsenbahnbetrieb. Zeitschr. f. Arch. u. Ing.-Wesen, Wochenausg. 1900, S. 832.

Anschlufs der Asphaltdecke an Strafsenbahngleise. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1900, S. 371, 461; 1901, S. 81, 97. — Zentralbl. d. Bauverw. 1901, S. 396.

Faulhammer, Über Einbettung von Strafsenbahngleisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 506, 524, 542. — Schweiz. Bauz. 1901 I, S. 106. — Bauing.-Zeitg. 1901, S. 347.

Anschlufs der Bahngleise der Londoner elektrischen Bahn an das Pflaster. Engineer 1901 I, S. 187.

Der Bau und die Unterhaltung der elektrischen Strafsenbahngleise in England. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1901, S. 578 u. 596.

Asphaltsteinplatten neben Strafsenschienen. Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 44.

Versuche mit Hartholzpflaster zwischen den Schienen der Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 199.

Unterbau der städtischen Strafsenbahn in Zürich. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 242, 257, 274.

Neue Strafsenbahnunterbettung in Schöneberg bei Berlin. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1902, S. 329.

Genzmer, Vorrichtung zur Entwässerung von Strafsenbahnschienen. Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 379.

Asphaltpflaster und Strafsenbahngleise, Schutzstreifen aus Gufseisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 327.

Freese, Befestigung der Strafsenbahnschienen in Strafsen mit Asphalt und Holzpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 363.

Dietrich, Verwendung von Monier-Platten bei der Herstellung von Strafsenbahngleisen in Asphaltstrafsen. Zentralbl. d. Bauverw. 1903, S. 494.

Einsäumung von Strafsenbahngleisen mit Blechwinkeln in Strafsenpflaster mit Asphaltblöcken, D. R. P. Nr. 146298 von Edm. Uhrig in Strafsburg. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 533.

Steinpflaster neben Strafsenbahnschienen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1903, S. 453 u. 549.

Strafsenbahnen und Pflasterbau, Schienen in Asphalt und Pflaster. Deutsche Bauz. 1904, S. 383.

Einbettung der Schienen der Pennsylvania-Eisenbahn in den Stadtstrafsen von Philadelphia. Engng. record 1904, Bd. 50, S. 229.

Über Pflasterung zwischen den Schienen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 323 u. 649.

Lagerung und Einbettung von Strafsenbahngleisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1904, S. 611.

Rillenreinigungsvorrichtung für Strafsenbahnschienen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 29.

Über die Verlegung von Strafsenbahngleisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1905, S. 271.

Tiemann, Eisenbetonschwellen. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1905, S. 881.

Schmid, Strafsenbahngleise in Asphaltbahnen. Württemb. Bauz. 1905, S. 251.

Rasenanlagen zwischen den Strafsenbahngleisen. Württemb. Bauz. 1905, S. 280, 282, 293 u. 297.

Betonpflaster zwischen den Gleisen von Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 246.

Reinhardt, Anwendung der Eisenbetonbauweise als Gleisbettung für Strafsenbahnen. Deutsche Bauz. 1906, S. 187 u. 192. — Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1906, S. 705.

Dietrich, Verankerung der Strafsenbahngleise in Asphaltstrafsen. Eisenbahntechn. Zeitschr. 1906, S. 1019.

Neue Anwendungsform der Eisenbetonbauweise als Gleisbettung für Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 430 u. 450.

Der Strafsenbau in seiner Anwendung auf die Gleisverlegung im Strafsenkörper. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 470, 487, 509, 532; 1907, S. 154.
Gleisverlegung im Strafsenkörper. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1906, S. 550, 574, 598, 644, 682, 709.
Schieneneinbettung und Schieneneinfassungen in Asphaltstrafsen. Daselbst 1907, S. 419.
Strafsenbahngleise im Strafsenkörper. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 539.
Eine neue Art der Schieneneinfassung in Stein- und Holzpflasterstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 618.
Eisenbahnschwellen aus Eisenbeton. Zement u. Beton 1907, S. 428.
Aufbrechen des Betonpflasters (Maschine von F. Melaun). Württemb. Bauz. 1907, S. 403. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 457.
Einiges über die Dauer des Pflasters und der Strafsenbahnschienen. Daselbst 1907, S. 465.
Strafsenbahngleis und Holzpflasterung in der Washington-Street zu Boston. Engng. record 1907, Bd. 55, S. 53.
Klose, Über die Einbettung der Strafsenbahngleise im Steinpflaster. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 377.
Schieneneinbettung und Schieneneinfassungen in Asphaltstrafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 419.
Klose, Einige theoretische Betrachtungen über die eingebettete Strafsenbahnschiene. Daselbst 1907, S. 490 u. 514.
Neue Gleisanlagen in Rock Island, Moline und Davenport. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 182.
Klose, Strafsenbau und Strafsenbahnen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 357.
Anschlufs des Pflasterbetons an Strafsenbahnschienen, D. R. P. Nr. 187 391 von Robert Kieserling in Altona/Elbe. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1908, S. 29.
Selling u. Klose, Eine neue Schienenunterbettung für Strafsenbahngleise. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1908, S. 656, 700, 745, 765.
Reinhardt, Verfahren bei der Herstellung von Strafsenbahngleisbettungen mit Eisenbetonplatten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1907, S. 87, 108. 133, 155, 179, 203; 1908, S. 135, 155, 179, 203.
Klinkerpflaster zwischen Strafsenbahngleisen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 261.
Genzmer, Zur Anlage eines besonderen Strafsenbahnplanums. Daselbst 1909, S. 318 u. 355.
Eisig, Befestigung von Strafsenbahnschienen in Beton. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 395. — Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1910, S. 412.
Heuer, Einiges über Pflasterunterhaltung im Strafsenbahnkörper. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 603.
Bergmann, Über Strafsenumpflasterung mit besonderer Berücksichtigung des Strafsenbahnkörpers. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 663.
Schieneneinbettung der Bauart Busse-Reinhardt in Asphaltstrafsen. Daselbst 1909, S. 707.
Verlegung der Strafsenbahnschienen in Charlotte, Nord-Carolina. Engng. record 1909, S. 536. — Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 33, S. 771.
Durchbiegung von Strafsenbahngleisen in gepflasterten Strafsen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 710.
Blofs, Strafsenbahnoberbau auf Eisenbeton-Querschwellen. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1909, S. 230.
Spängler, Wagen zur Untersuchung und Besichtigung der Schienenstöfse bei den städtischen Strafsenbahnen in Wien. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1909, S. 93.
Fahrbare Gleisfeilmaschine, Bauart Raschke. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1909, S. 467.
Gleisunterhaltung bei der Bostoner Hochbahn. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 33, S. 1047.
Schörling, Automatischer Schienenreinigungswagen. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1909, S. 411. — Schweiz. Elektr. Zeitschr. 1909, S. 610.
Schiefs, Hobelmaschine für Strafsenbahnschienen. Engineering 1909, S. 384.
Jährliche Gleisuntersuchung bei der Fort Wayne- u. Wabash-Tal-Verkehrsgesellschaft. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 34, S. 971.
Unterhaltung der Bettung und der Gleise in Detroit. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 34, S. 977.
Strafsenbahn-Gleisbauweise und Pflaster. Engng. news 1909, S. 524.
Triebwagen zum Reinigen der Schienen und zum Sprengen der Strafsen in Düsseldorf. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1909, S. 459.
Dietrich, Eine neue Methode der Gleisverlegung in Asphalt- und Holzpflaster. Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1909, S. 383.
Mitteilungen über das Schmieren der Gleisbögen bei der Stadtbahn in Paris. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1909, S. 462.
Ausrichten und Festlegen verfahrener Bögen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1909, S. 695.
Schneebeseitigung bei der Wiener Strafsenbahn. Electr. Railway Journ. 1909, Bd. 34, S. 1262.
Eisenbetonschwellen bei den amerikanischen Bahnen. Zentralbl. d. Bauverw. 1910, S. 458.
Schneebeseitigung bei der Strafsenbahn in Brooklyn. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 35, S. 68.
Klose, Einiges über die Entwässerung des Strafsenbahnkörpers. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 7.

Schneider, Neuerungen im Strafsenbau und künstliches Pflaster. Daselbst 1910, S. 27.
Mc. Math, Mitteilungen über Strafsenpflaster. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 35, S. 236.
Salzstreuwagen und Schneepflüge. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1910, S. 302.
Jahresversammlung des Vereins für Bahnunterhaltung. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 35, S. 488.
French, Einige Gedanken über Gleisunterhaltung und ihre Kosten. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 35, S. 612.
Heindle, Gleisbauweise in Stadtstrafsen. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 35, S. 745.
Unterhaltung des Oberbaues u. s. w. bei der Metropolitan Strafsenbahngesellschaft New-York. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 35, S. 817 u. 863.
Eine fahrbare Steinbrech- und Betonmischmaschine für Strafsenbahnen. Engng. news 1910, S. 505.
Klose, Pflasterarbeiten im Strafsenbahnkörper. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 291.
Mattinson, Zur Frage der Unterhaltung und Erneuerung des Strafsenbahnoberbaues in seiner Beziehung zu den Pflasterungsarbeiten (Manchester). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 357.
Denkschrift über Gleise in Strafsen mit geräuschlosem Pflaster (Verein deutscher Strafsenbahn- und Kleinbahn-Verwaltungen). Zeitschr. f. Kleinbahnen 1910, S. 558. — Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 674.
Schreiber, Einige Vorschläge für wirtschaftliche Gleisunterhaltung und -Bauweise. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 35, S. 1052.
Tilton, Normen für Strafsenbahnoberbau in gepflasterten Strafsen. Engng. news 1910, S. 134.
Stahlschutzschiene für Pflaster neben Breitfufsschienen in Waco, Texas. Electr. Railway Journ. 1910, Bd. 36, S. 908.
Mazerolle, Die Wahl der Strafsendecke in Städten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 701.
Zur Frage der Unterhaltung und Erneuerung des Strafsenbahnoberbaues in seiner Beziehung zu den Pflasterarbeiten. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 357 u. 399.
Neuartiger Anschlufs von Asphaltpflaster an Strafsenbahnschienen durch ein Kokos-Seil. Glasers Ann. f. Gew. u. Bauw. 1910, S. 115. — Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1910, S. 694. — Deutsche Strafsen- u. Kleinbahn-Zeitung 1911, S. 644.
Strafsenbahnplanum mit Rasen in Steglitz. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 311.
Neuere Erfahrungen über den Einflufs von Strafsenbahngleisen auf Strafsenpflaster. Daselbst 1910, S. 399.
Klose, Einiges über die Haltbarkeit des Asphaltpflasters. Daselbst 1910, S. 591.
Spängler, Bericht über Schnee- und Eisbeseitigung im Strafsenbahndienst (Kongrefs Brüssel). Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1910, S. 686 u. 716.
Mohr, Fahrbarer Betonmischer für Strafsenbahnausführungen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 113.
Elastische Bettung von Strafsenbahnschienen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 41.
Schläpfer, Über Gleiseinbau von Strafsenbahnen. Schweiz. Bauz. 1911, S. 29.
Ergebnisse einer Rundfrage betr. die Verwendung verschiedener Pflasterarten bei Gleisverlegungen im innerstädtischen Strafsenkörper. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 463, 487, 510, 534, 558, 585, 605, 656.
Vofs, Mitteilungen über die Ausführung des Elberfelder Holzpflasters. Daselbst 1911, S. 1 u. 27.
Cattaneo, Das Steinpflaster und Asphaltpflaster in Italien. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 76.
Schneider, Steinpflaster-Gleiszone in Asphaltstrafsen. Daselbst 1911, S. 172 u. 195.
Klose, Strafsenbauarbeiten unter Aufrechterhaltung des Verkehrs. Daselbst 1911, S. 364.
Anordnung von Holzpflaster mit dünnem Zementmörtel neben den Strafsenbahnschienen. Engng. news 1911, S. 57.
Die Arten des Anschlusses der Fahrbahn an die Strafsenbahngleise auf Landstrafsen. L'industrie des tramw. et chemins de fer 1911, S. 55.
Jahresversammlung des Bahnunterhaltungsvereins. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 37, S. 497.
Bahnunterhaltung in Chicago. Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 37, S. 547.
Persius, Neuere Erfahrungen im Strafsen- und Wegebau von New-York und Umgegend. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1911, S. 460.
Neue Betonschwellen für Strafsenbahnen (Utah). Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 38, S. 198.
Steinpflasterung in Asphaltstrafsen bei Verlegung von Gleisen. Zeitschr. f. Kleinbahnen 1911, S. 821.
Zeitgemäfse Hilfseinrichtungen in grofsen elektrischen Bahnbetrieben. Elektr. Kraftbetriebe u. Bahnen 1911, S. 516.
Pflasterung und Unterhaltung von Strafsen durch Strafsenbahngesellschaften. Engng. news 1911, S. 335.
Mohler, Ursachen einiger Schäden in mit Teeröl getränktem Holzpflaster in Chicago. Engng. news 1911, S. 365.
Elektrische Schaufel zum Ausheben des Bahnkörpers für Strafsenbahngleise (St. Louis). Electr. Railway Journ. 1911, Bd. 38, S. 1171.
Klose, Über die Verwendung von Eisenbetonplatten bei der Einbettung von Strafsenbahnschienen. Zeitschr. f. Transportw. u. Strafsenb. 1912, S. 9.

Sachverzeichnis.

(Die Ziffern bedeuten die Seitenzahlen.)

Berichtigungen.

S. V über dem Bilde lies: „Weiland Baudirektor“ statt: „Weiland Oberbaudirektor“.
S. V, Anmerkung **) lies: „Schon in jene Zeit fällt“ statt: „Schon in jene fällt“.
S. 23, Z. 6 v. u. lies: „$W = \mu\, Q \cos\alpha + Q \sin\alpha + G \sin\alpha$“ statt: „$W = \mu\, Q \cos\alpha + \sin\alpha + G \sin\alpha$“.
S. 62, Zeile 14 von oben lies: „(s. Abb. 1—10, Taf. III)“ statt: „(s. Abb. 4—13, Taf. III)“.
S. 62, Anmerkung 46 lies: „Messungen“ statt: „Abmessungen“.
S. 133, Zeile 11 von oben lies: „Schmid“ statt: „Schmidt“.
S. 181, Zeile 8 von unten lies: „Mehlis“ statt: „Mehler“.
S. 205, Zeile 22 von oben lies: „(im § 2, S. 225 und im § 16, S. 354)“ statt: („im § 2 u. 12)“.
S. 293, Zeile 21 von unten lies: „Gufseiserne Randbegrenzungen“ statt: „Gufseiserne Randsteine“.

Druck von Rud. Bechtold & Comp., Wiesbaden.

A t l a s

zum

Handbuch über Vorarbeiten, Erd-, Grund-, Strafsen- und Tunnelbau.

Vierter Band.

Vierte, vermehrte Auflage.

Inhalt der Zeichnungstafeln

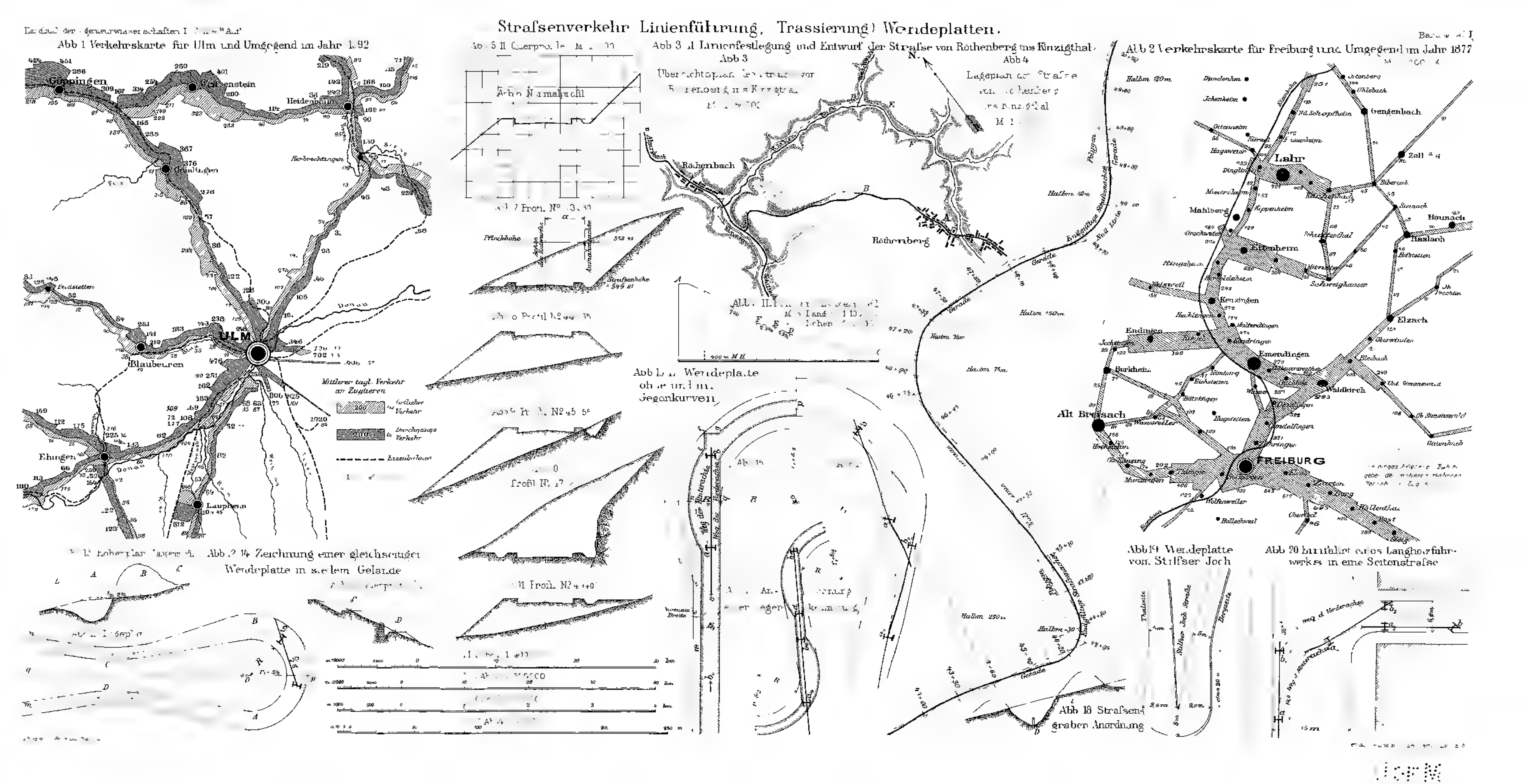
zu Band 4:

Der Straſsenbau einschl. der Straſsenbahnen.

I. Kapitel. Landstraſsen.

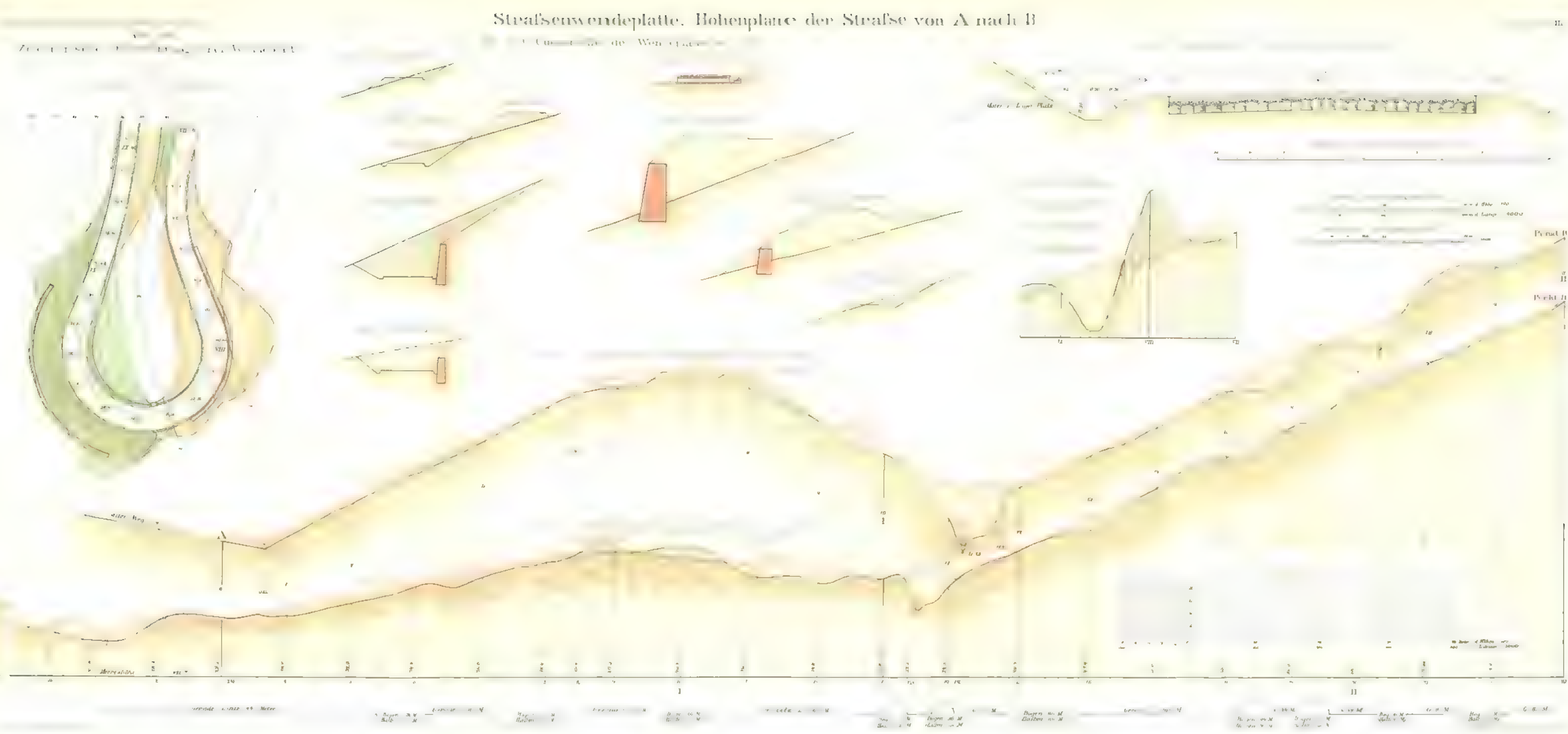
II. Kapitel. **Städtische Strafsen.**

III. Kapitel. Die Strafsenbahnen.

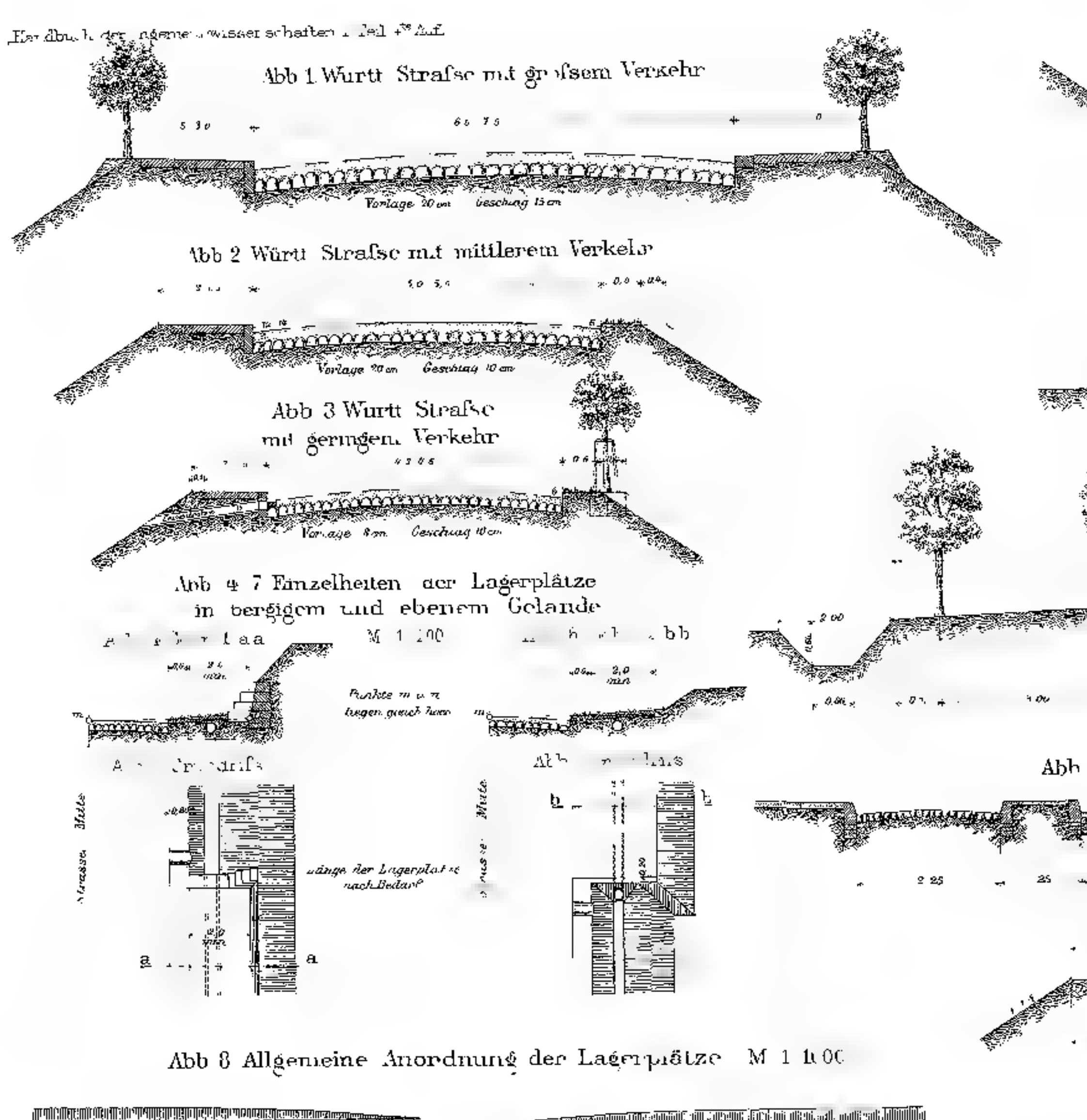


Strafsenverkehr Linienführung, Trassierung, Wendeplatten.
Abb 1 Verkehrskarte für Ulm und Umgegend im Jahr 1892
Göppingen
Weissenstein
Heidenheim
Geislingen
Herbrechtingen
Feldstetten
Blaubeuren
ULM
Donau
Ehingen
Laupheim
Mittlerer tägl. Verkehr an Zugtieren
Örtlicher Verkehr
Durchgangs Verkehr
Eisenbahnen
Abb 3 u Linienfestlegung und Entwurf der Strafse von Röthenberg ins Kinzigthal.
Abb 3
Abb 4
Röthenbach
Röthenberg
Abb 7 Profil Nº 13,30
Pflockhöhe
Strafsenhöhe
Abb 15 Wendeplatte ohne und mit Gegenkurven
Weg der Hinterachse
Abb 2 Verkehrskarte für Freiburg und Umgegend im Jahr 1877
Gengenbach
Lahr
Zell a H
Mahlberg
Ettenheim
Haslach
Hausach
Kenzingen
Elzach
Endingen
Emmendingen
Burkheim
Waldkirch
Alt Breisach
FREIBURG
Abb 16 Strafsengraben Anordnung
Abb19 Wendeplatte vom Stilfser Joch
Stilfser Joch Strafse
Thalseite
Bergseite
Abb 20 Einfahrt eines Langholzfuhrwerks in eine Seitenstrafse
Abb 12 14 Zeichnung einer gleichseitigen Wendeplatte in steilem Gelände

Linienführung (Trassierung) einer Strafse von A nach B.


Strafsenwendeplatte. Höhenplane der Strafse von A nach B
Punkt B
Punkt B

Querschnitte von Landstrafsen.



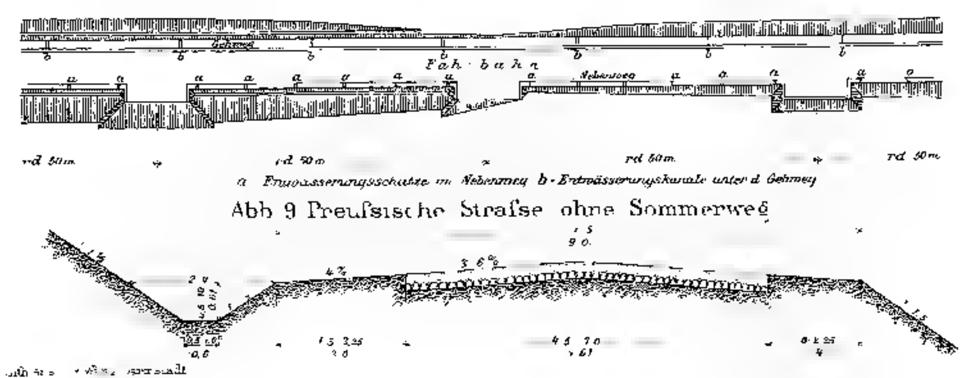


Abb 10 Preufsische Strafse mit Sommerweg

Abb 11 Belgische Strafse

Abb 12 Französische Strafse. Route nationale mit Sommerweg

Abb 13 Landstrafse mit Trambahn auf abgesondertem Planum

Abb 14 Strafse im Dep Loiret

Abb 15 Route départementale

Abb 16 Strafse I Klasse mit Fufsweg (Kanton Bern)

Abb 17 Schweizerische Kantonalstrafse (Waadt)

Abb 18 Strafse in Oberitalien

Abstand 10 m

Abb 19 Strafse über den Finstermünz Pass

Abb 20 Murgthal Strafse (Schwarzwald)

Rasen

H W

N W

Abb 21 Strafse am Comer See

Abstand

Abb 22 Strafse über den Brenner.

Mafsstab 1:100

Querschnitte von Bergstrafsen, - Kleine Kunstbauten.

Abb 1 Stilfserjoch Strafse

Abb 2 Kunstrafse von Rottenberg in das Kinzigthal (Schwarzwald) M 1:100

Abb 3 Strafse bei Sondrio

Abb 4 Gebirgs Strafse im Kanton Graubünden

Abb 5 Feldweg Parallelweg

Abb 6 u 7 Strafse von Blaubeuren nach Sonderbuch

Abb 7 Ansicht

Abb 8 Strafse an der Fella oberhalb Chiusa

Abb 9 Strafse von Pontebba

Abb 10 Strafse mit überhängendem Felsen

Abb 11 Beton Dohle

Höchster Wasserstand

Gewöhnlicher Wald

Abb 12 u 13 Bachüberbrückung aus Stampfbeton M 1:100

Abb 12 Ansicht

Abb 13 Längenschnitt

Abb 14-16 Durchlafs aus gusseisernen Rohren

Abb 15 Längenschnitt

Abb 16 Querschnitt

Abb 17-19 Eisenbetonbrücke bei Vöhringen am Sulz

Eisen Form I

Eisen Form II

Eisen Form III

Abb 20-23 Durchlafs aus Cementrohren

Abb 20 Längenschnitt

Abb 22 Grundrifs

Abb 24 Dohle an der Strafse im Rohrenbachthal (Schwarzwald)

Rasenbanket

Gefäll

Abb 25-28 Deckeldohle

Abb 25 Längenschnitt

Abb 26 Querschnitt

Abb 27 Grundrifs

Abb 28 Querschnitt

Abb 29-31 Cementrohren

Abb 30

Abb 31

Abb 32 Deckeldohle mit Kragsteinen

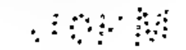
Abb 33 Doppelte Deckeldohle M 1:100

Abb 34 u 35 Dohle mit Einfallschacht

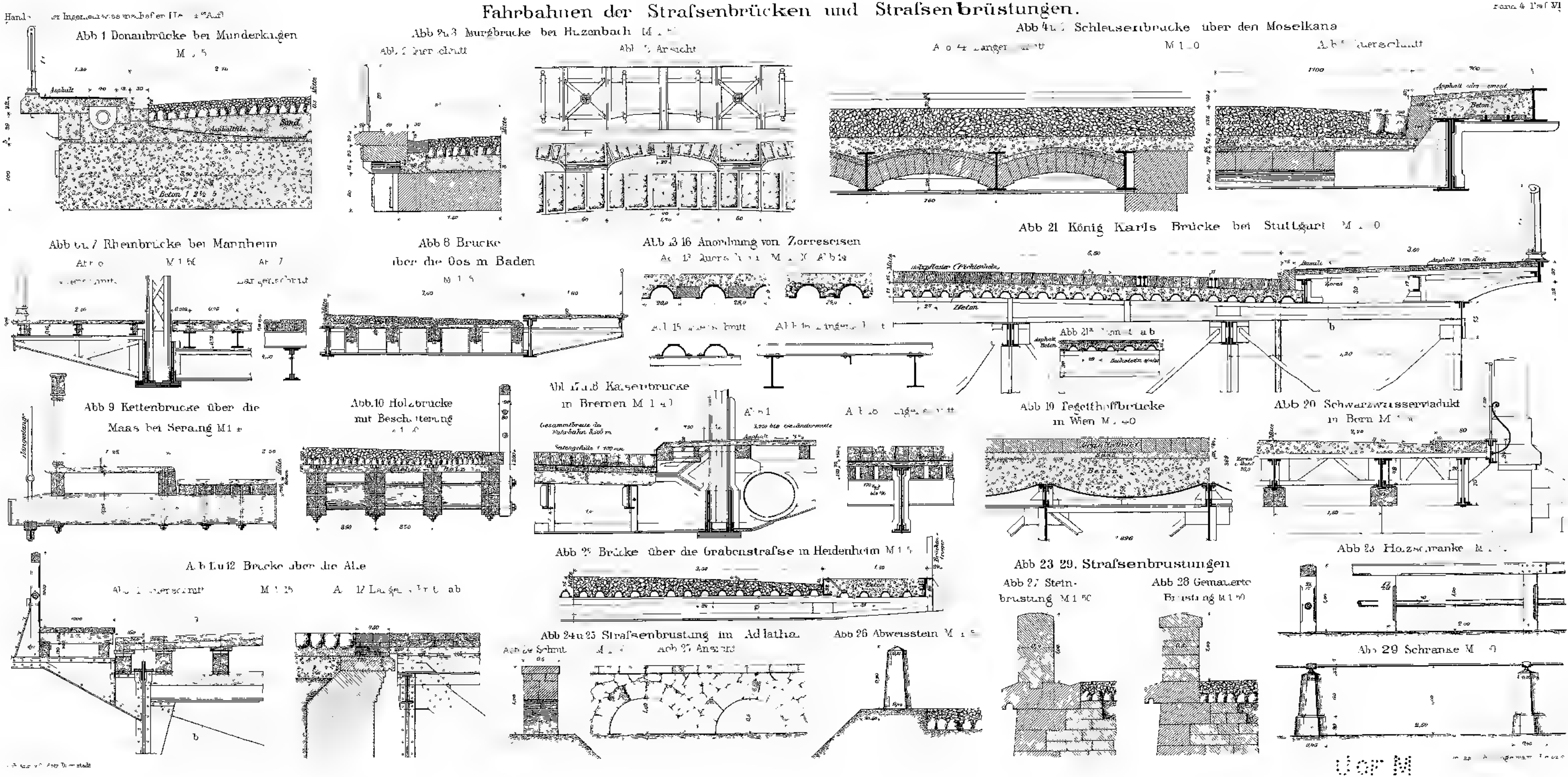
Abb 34 Querschnitt

Abb 35 Längenschnitt

Verlag v. W. Engelmann Leipzig



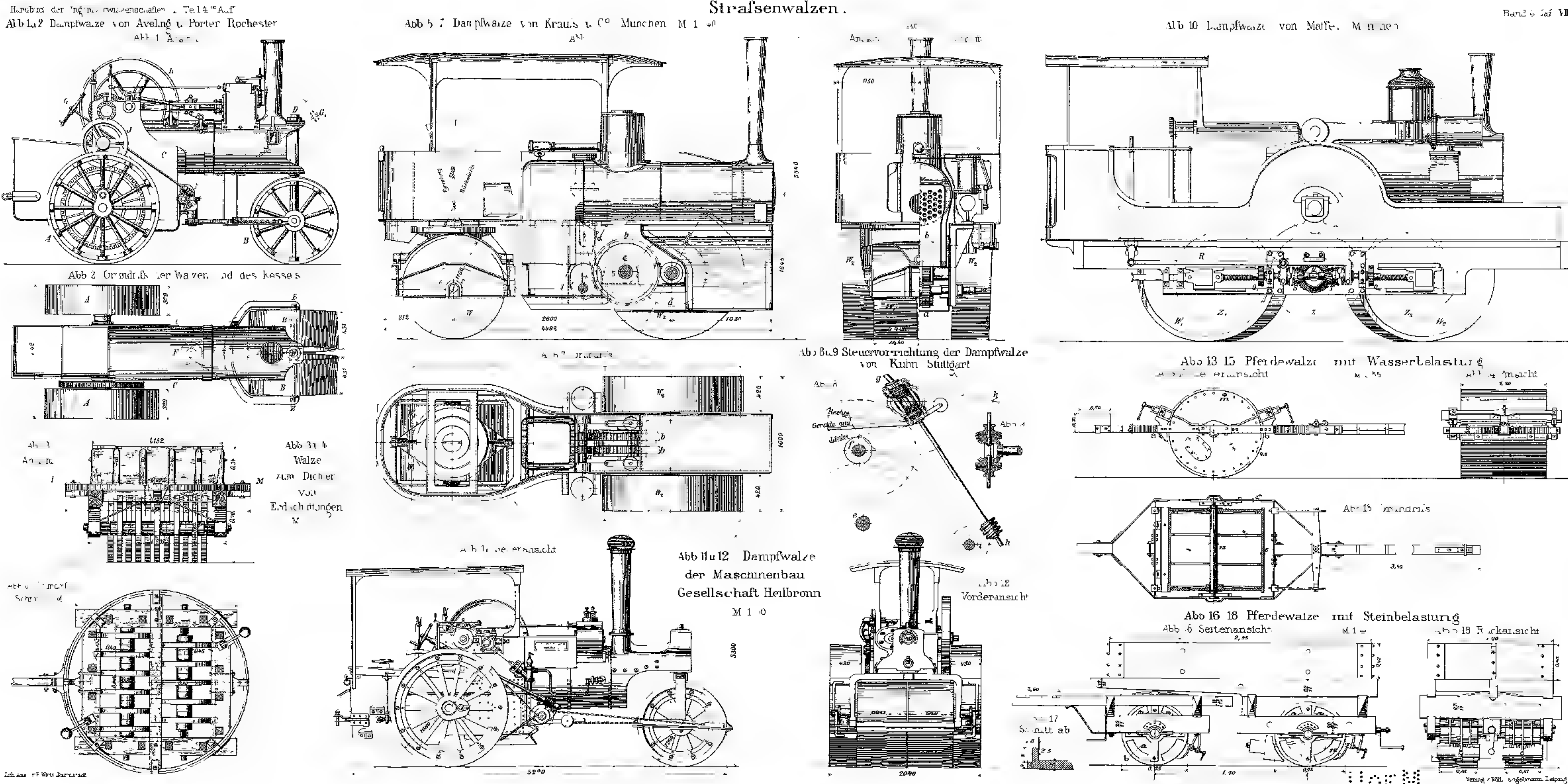
Fahrbahnen der Strafsenbrücken und Strafsenbrüstungen.



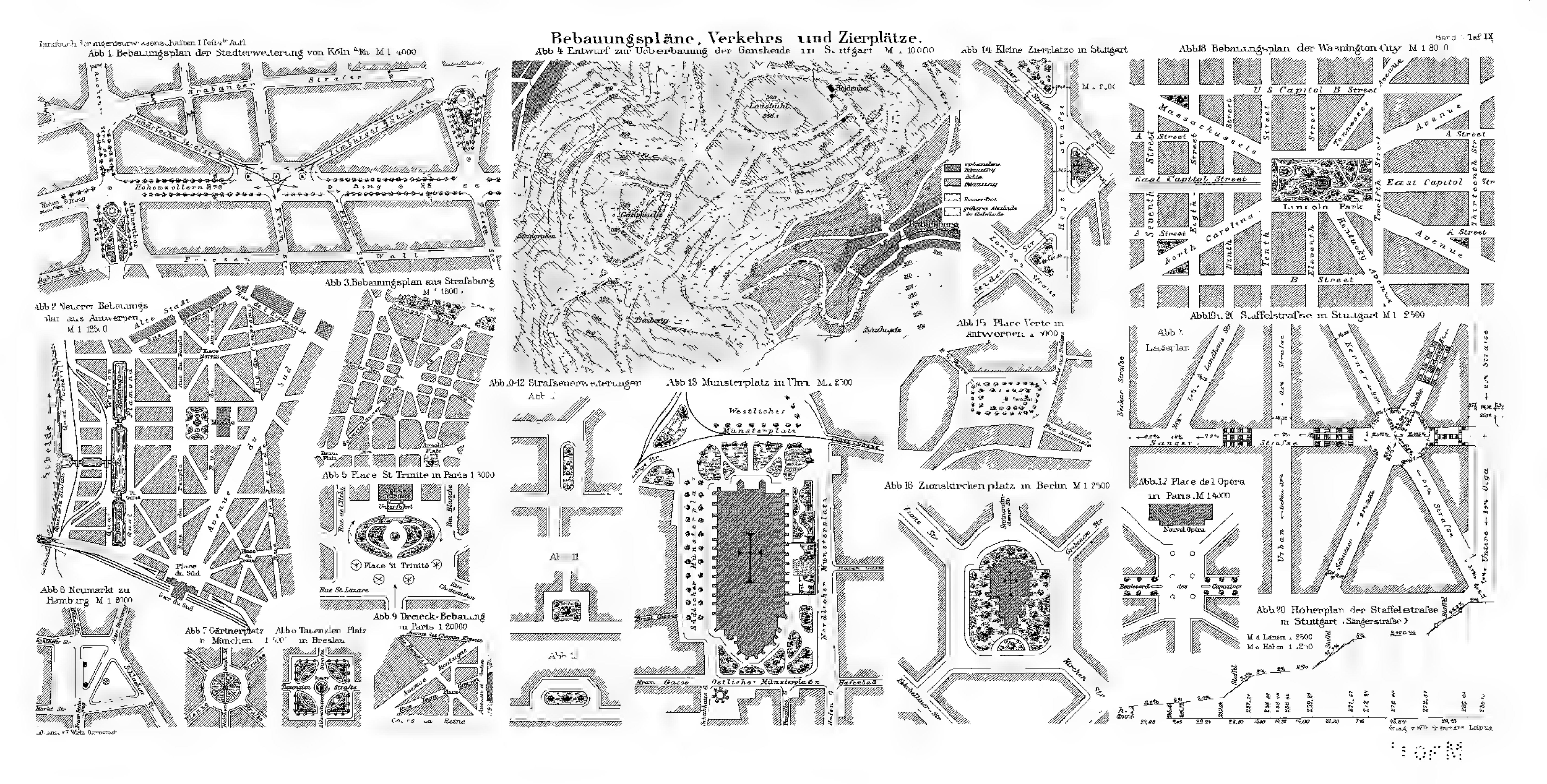
Straßenunterhaltung. Steinbrechmaschinen

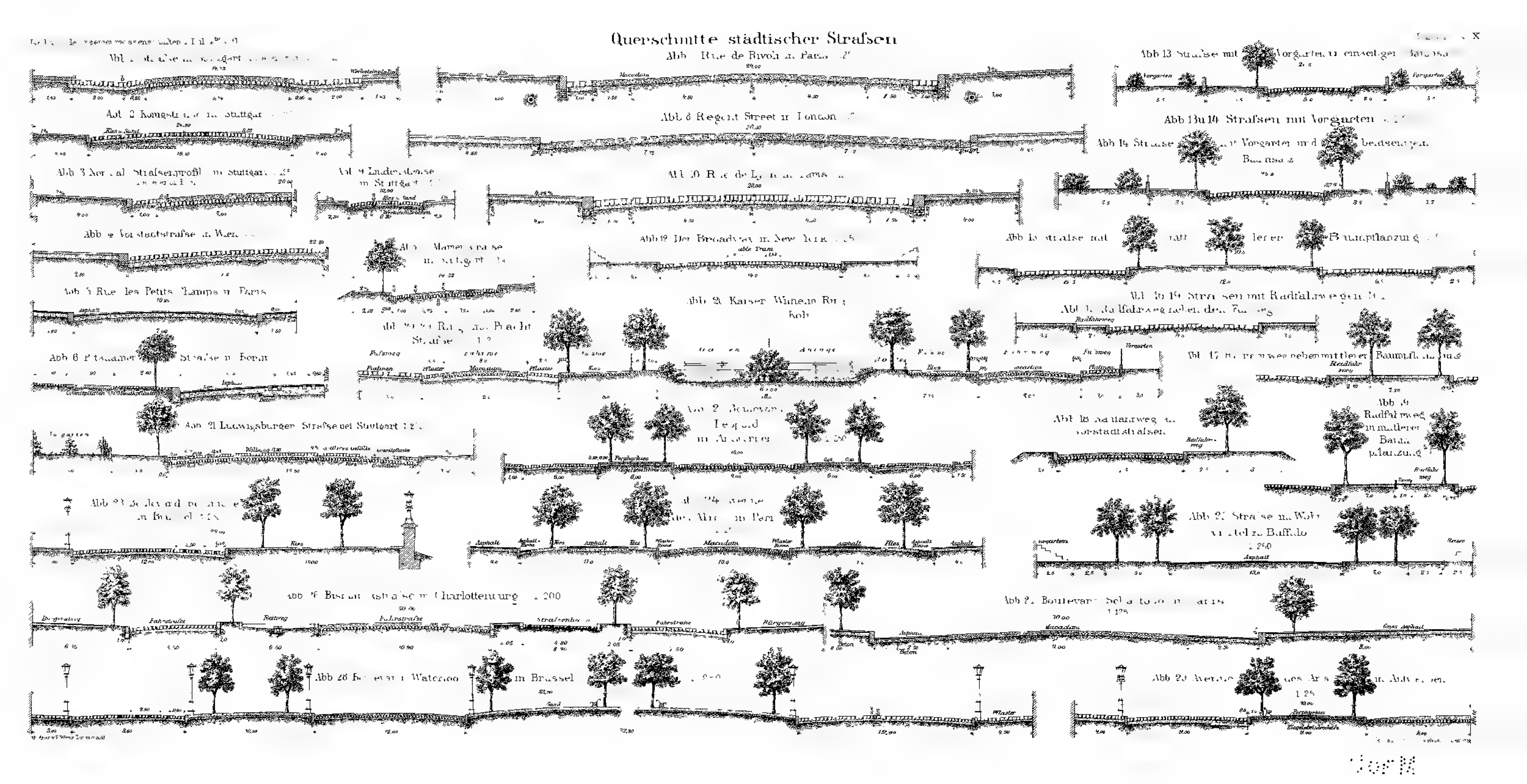
Lahr
Mahlberg
Ettenheim
Gengenbach
Zell
Hausach
Haslach
Kenzingen
Endingen
Elzach
Emmendingen
Waldkirch
Alt Breisach
FREIBURG
Furtwangen

Strafsenwalzen.



Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig


Bebauungspläne, Verkehrs und Zierplätze.
Abb 1 Bebauungsplan der Stadterweiterung von Köln M 1 4000
Abb 2 Neuerer Bebauungsplan aus Antwerpen M 1 2500
Abb 3. Bebauungsplan aus Strassburg
Abb 4 Entwurf zur Ueberbauung der Gansheide in Stuttgart
Abb 5 Place St Trinité in Paris 1 3000
Abb 6 Neumarkt zu Hamburg M 1 2000
Abb 7 Gärtnerplatz in München
Abb 9 Dreieck-Bebauung in Paris 1 20000
Abb 11
Abb 13 Münsterplatz in Ulm
Abb 14 Kleine Zierplätze in Stuttgart
Abb 16 Zionskirchenplatz in Berlin M 1 2500
Abb.17 Place de l Opéra in Paris M 1 4000
Abb18 Bebauungsplan der Washington City
Abb 20 Höhenplan der Staffelstrasse in Stuttgart (Sängerstrasse)
Brabanter
Limburger Strasse
Hohenzollern Ring
Friesen
Wall
Alte Stadt
Musée
Place du Sud
Place St Trinité
Rue St Lazare
Westlicher Münsterplatz
Östlicher Münsterplatz
Nördlicher Münsterplatz
Lausbühl
Gansheide
Nouvel Opéra
Boulevard des Capucines
U S Capitol B Street
Massachussets
East Capitol Street
Lincoln Park
North Carolina
Kentucky Avenue
B Street
Sänger Strasse
Urban Strasse



Querschnitte städtischer Strafsen
Abb. 8 Regent Street in London
Abb. 13 u. 14 Strafsen mit Vorgarten
Abb. 5 Rue des Petits Champs in Paris
Abb. 20 Kaiser Wilhelm Ring
Abb. 21 Ludwigsburger Strafse bei Stuttgart
Abb. 26 Bismarckstrafse in Charlottenburg 1:200
Abb. 28 Boulevard Waterloo in Brüssel
Macadam
Asphalt
Vorgarten
Radfahrweg
Fahrstrafse
Reitweg
Bürgersteig

Städtische Strafsen Querschnitte, Strafsenbahn Gleise, Fufswege, Bedürfnifsanstalten u. Pflasterungen.

Abb 1 Via Carlo Alberto in Mailand M 1:100

Abb 2 Württembergische Dorfstrafse M 1:100

Abb 3 Hafenstrafse in Mainz M 1:200

Abb 4 Anlage mit Springbrunnen

Abb 5 Längenprofil eines Strafsen-Kandels bei kleinem Strafsengefälle

Abb 6 Strafsenüberschneidung

Abb 7-9 Kabelkanäle

Abb 12 Anlage der Strafsenbahngleise M 1:100

Abb 13 Farewell-Avenue in Milwaukee M 1:200

Abb 14 Fuss des Auslegers Milwaukee M 1:5

Abb 17 Ständer in Chicago M 1:50

Abb 18 Hochbahn in New York M 1:50

Abb 19 Strafse im Geschäftsviertel von Buffalo Main Street M 1:150

Abb 20-23 Unterbau der Strafsenbahngleise

Abb 24 M 1:100

Abb 25-27 Bedürfnifsanstalt

Abb 26 Pissoiranlage

Abb 27 Gebäude

Abb 29 Gufseiserne Randbegrenzung

Abb 30 Randstein Anordnung

Abb 32 Fufsweg Pflasterung

Abb 33 Pflaster zwischen den Pferdebahn Gleisen in München

Abb 34 u. 35 Via Mercato di mezzo in Bologna

Abb 36-38 Pflasterungen an Strafsenkreuzungen

Abb 36 Schiefe Strafseneinmündung M 1:1000

Abb 37 Strafsenkreuzung mit schräge Pflasterreihen M 1:400

Abb 38 Strafsenkreuzung mit senkrechten Pflasterreihen M 1:400

Abb 28 u. 29 Strafsenbahngleise in mehrfach getheilten Strafsen

Hochbahn in Brooklyn

Viaduktbahn

Sprengwagen, Strafsenreinigungsmaschinen.

Abb 1. Sprengwagen mit wagrechtem Rohr

Abb 2 4 Müller scher Sprengwagen

Abb 9-17 Kehrmaschine von Smith and Sons

Abb 3 u 4 Spritzvorrichtung des Müller schen Sprengwagens

Abb 5 u 6 Kleine Abzieh Maschine

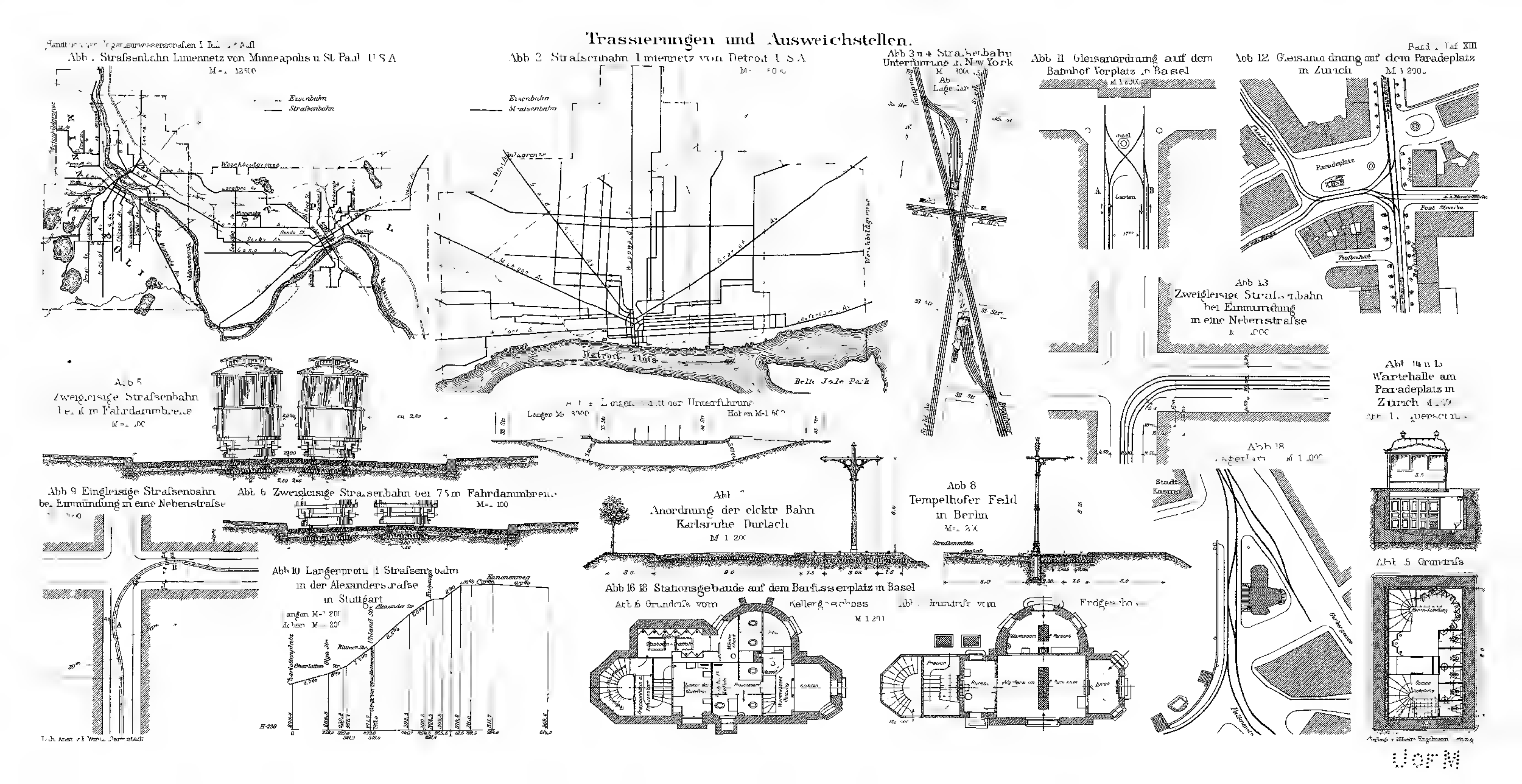
Abb 7 Grofse Abzieh Maschine

Abb 8 Sprengwagen mit Turbine

Abb 18 u 19 Strafseregge

Abb 19 Grundriss

Trassierungen und Ausweichstellen.



Die Entwickelung des Strafsenbahn-Oberbaues

(Die neuesten Oberbauarten sind als Textabbildungen berücksichtigt.)

A. Flachschienen M 1:75

Abb 1-19 Flachschienen auf Langschwellen

Abb 1 Verwendung von Holzschwellen New York
Philadelphia 184
New York 1852
Abb 5 Bauart Moler Kopenhagen
Abb 7 Doppelnasenschiene New York
Abb 8 Bauart O Busing Berlin
Abb 10 Sattelschiene
Abb 11 Sattelschiene Bauart Dowson Madras
Abb 12 Sattelschiene Bauart Barker Manchester 1877
Abb 13 Bauart Yves Paris
Abb 14 Bauart Busing Elberfeld 1878
Abb 15 Bauart Kopenhagen 1878
Abb 16 Sattelschiene Liverpool
Bauart Fischer-Dick Berlin 1879
Langschwelle
Abb 20 Bauart Livesey Buenos Ayres 1870
Abb 21 Sattelschiene

Abb 20-26 Flachschienen auf Einzelstützen

Abb 26 Sattelschiene Bremen 1879
Abb 22 Sattelschiene
Abb 23 Sattelschiene Bauart Dortmund 1879
Abb 24 Bauart Berlin 1879
Abb 25 Bauart Bremen 188

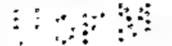
B. Trägerschienen M 1:75

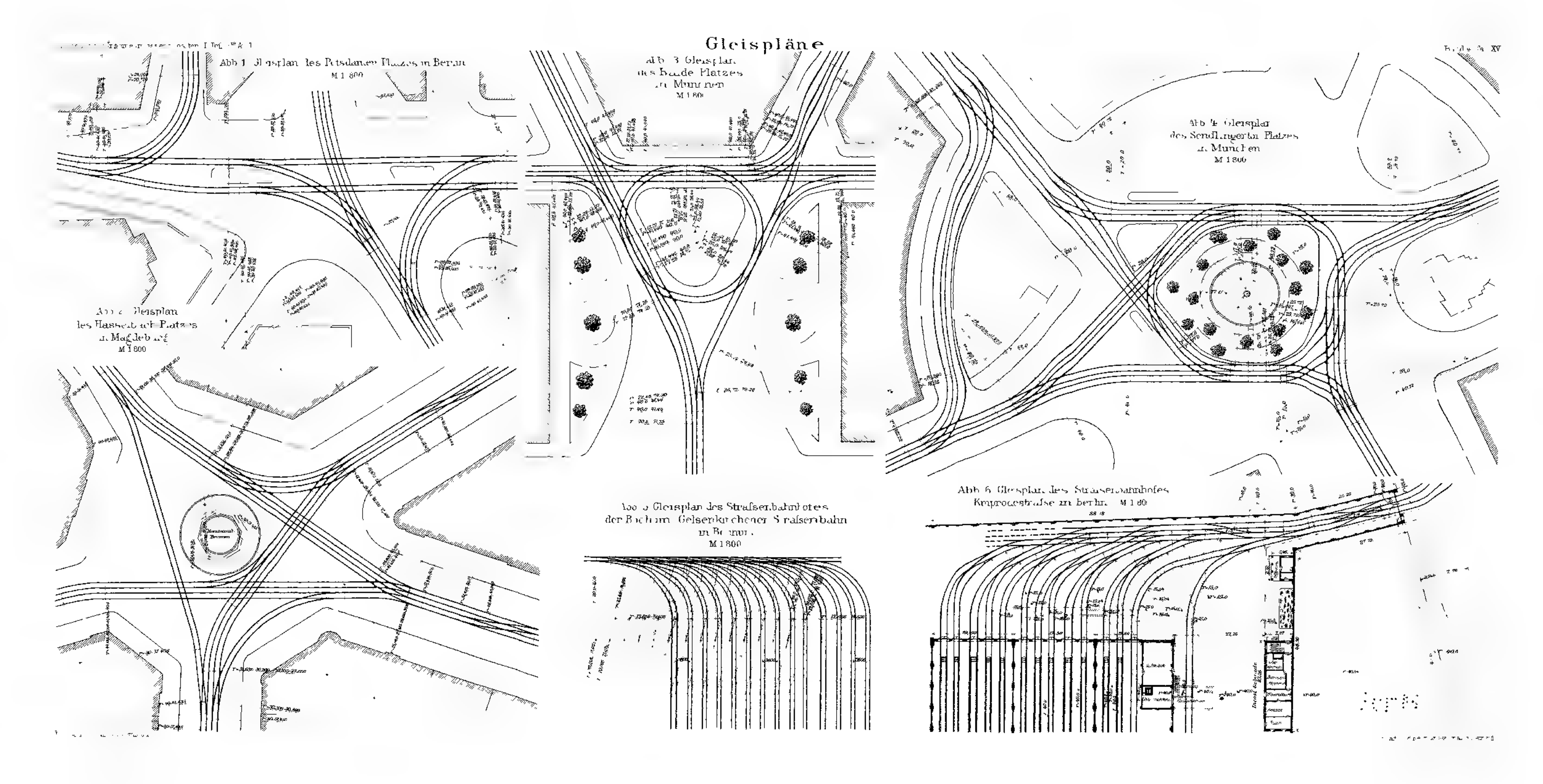
Abb 27-44 Einteilige Trägerschienen

Abb 27 Kopfschiene Bauart Livesey Buenos Ayres 1877
Abb 28 Kopfschiene
Abb 31 Nasenschiene Bauart Lorain Steel Co
Abb 32 Doppelnasenschiene
Abb 33 Gusseiserne Kastenschiene Bauart Glasgow 1870
Abb 34 Trägerschiene für gekrümmte Bahn Braunschweig
Trogschiene Bauart Strassburg
Trogschiene Bauart
Amerikanische
Stuhlschiene Bauart Humbert Marseille
Rillenschiene
Abb 46 Bauart Hartwich München
Abb 47 Trägerschiene mit auswechselbarem Kopf Bauart O Busing
Bauart Phönix Berlin
Rillenschiene Bauart Phönix Berlin 189

Abb 45-60 Zusammengesetzte Trägerschienen

Amerikanische Stuhlschiene
Bauart Samuelson
Doppelschiene Bauart Marsillon Paris 1879
Abb 51 Doppelschiene
Abb 52 Zwangschiene Bauart Haarmann
Abb 53 Doppelschiene Bauart Dortmunder Union
Abb 54 Doppelschiene Bauart Osnabrück
Abb 55 Zwangschienen Bauart Haarmann Berlin
Abb 56 Zwangschiene für Hafenbahnen Bauart Haarmann 1885
Abb 57 Zwangschiene Bauart Haarmann Essen 1887
Abb 58 Doppelschiene auf Eisenschwelle Bauart Strassburg
Abb 59 Wechselstegschiene mit Zwangschiene Bauart Haarmann 1890
Abb 60 Wechselstegschiene mit Nasenzwangschiene Bauart Haarmann





Gleispläne

Abb. 1. Gleisplan des Potsdamer Platzes in Berlin. M. 1:800

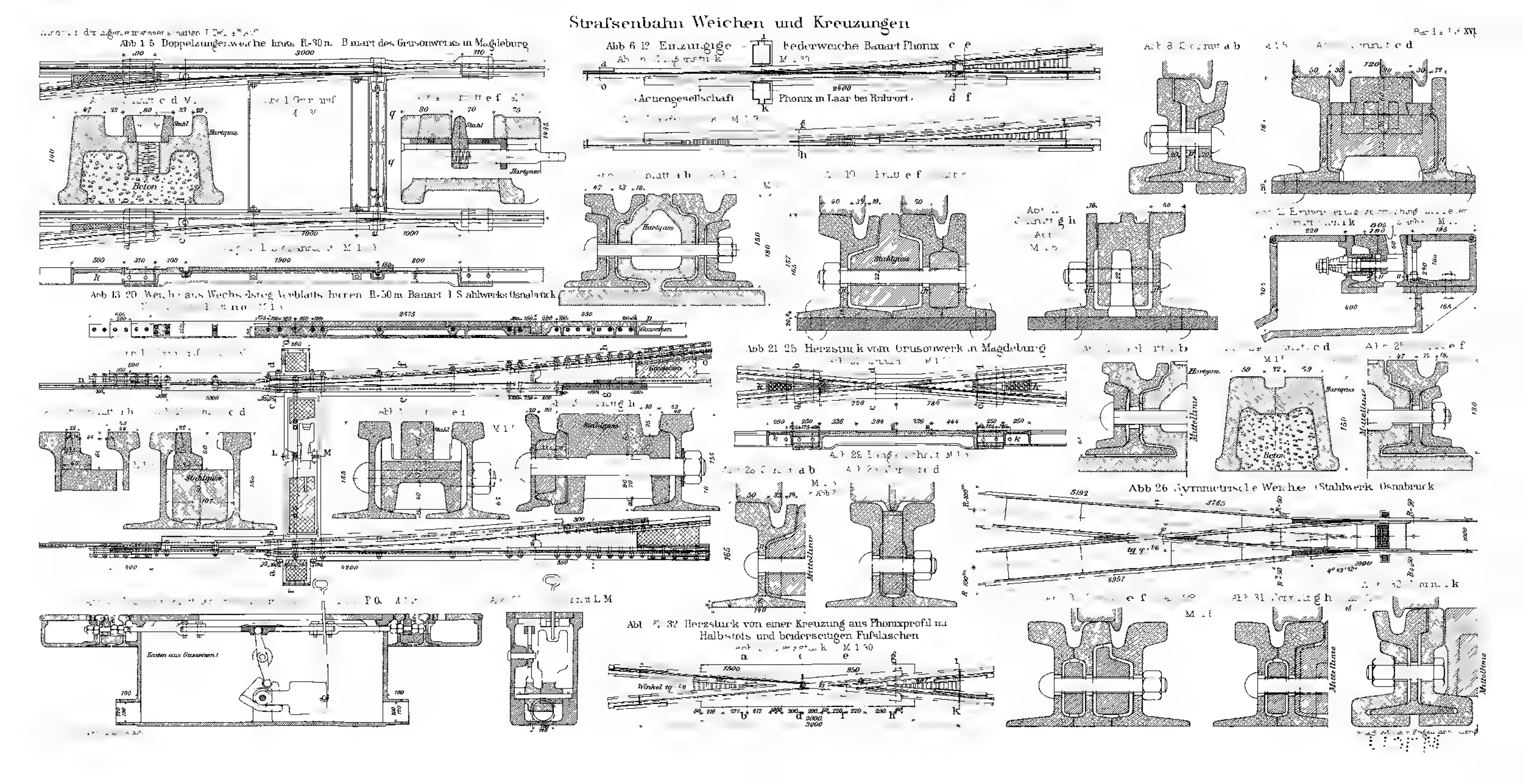
Abb. 2. Gleisplan des Hasselbach-Platzes in Magdeburg. M. 1:800

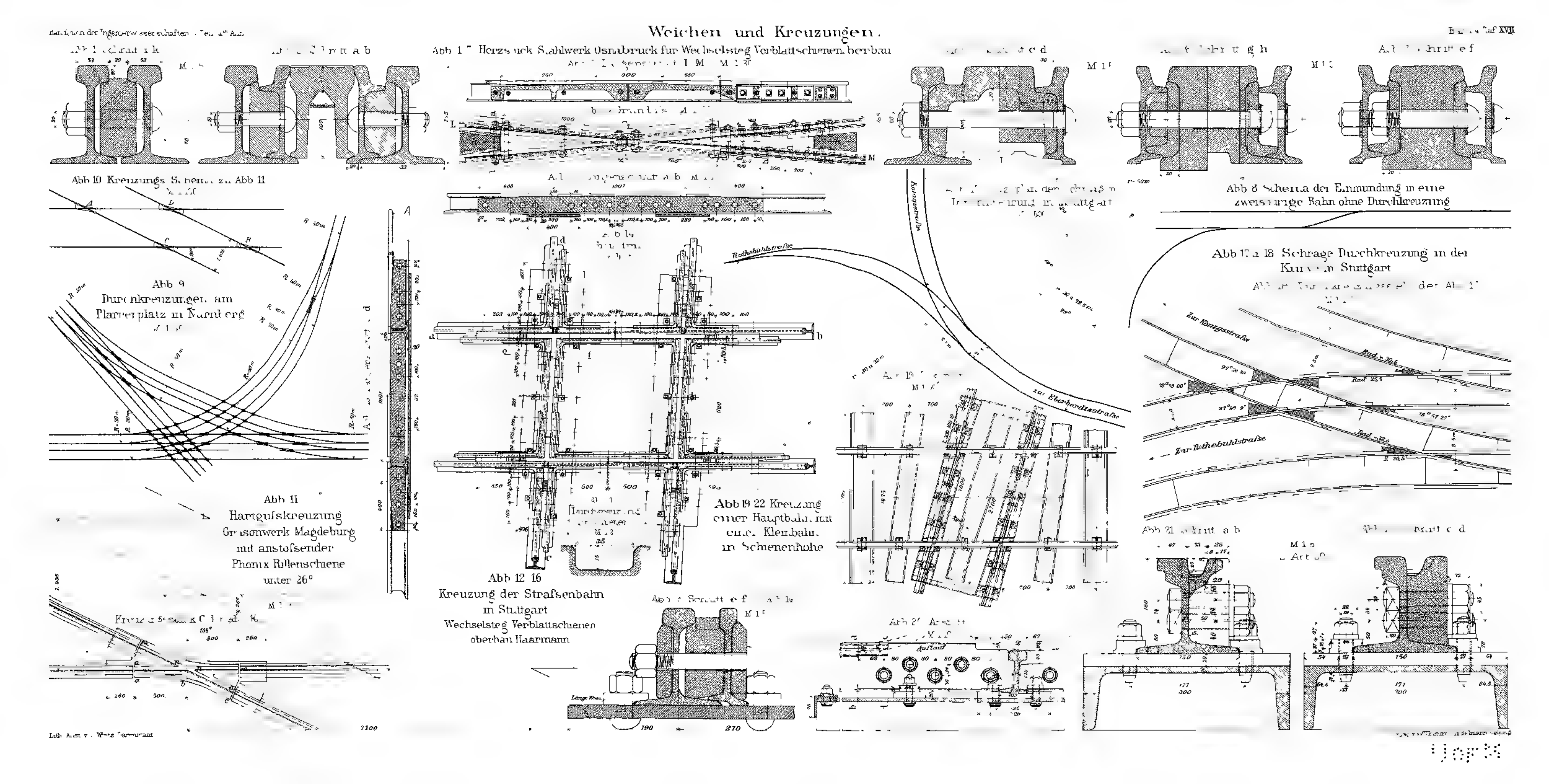
Abb. 3. Gleisplan des [illegible] Platzes in München. M. 1:800

Abb. 4. Gleisplan des Sendlingertor-Platzes in München. M. 1:800

Abb. 5. Gleisplan des Straßenbahnhofes der Bochum-Gelsenkirchener Straßenbahn in Bochum. M. 1:800

Abb. 6. Gleisplan des Straßenbahnhofes [illegible]straße in Berlin. M. 1:800


Strafsenbahn Weichen und Kreuzungen
Abb 1 5 Doppelzungenweiche links R-30 m Bauart des Grusonwerks in Magdeburg
Abb 6 12 Einzungige Federweiche Bauart Phönix
Actiengesellschaft Phönix in Laar bei Ruhrort
Abb 13 20 Weiche aus Wechselsteg Verblattschienen R-50 m Bauart d Stahlwerks Osnabrück
Abb 21 25 Herzstück vom Grusonwerk in Magdeburg
Abb 26 Symmetrische Weiche (Stahlwerk Osnabrück
Abb 27 32 Herzstück von einer Kreuzung aus Phönixprofil mit Halbstofs und beiderseitigen Fufslaschen
Hartguss
Stahl
Beton
Stahlguss
Kasten aus Gusseisen
Mittellinie



Weichen und Kreuzungen.
Abb 9
Durchkreuzungen am
Plärrerplatz in Nürnberg
Abb 10 Kreuzungs Schema zu Abb 11
Abb 11
Hartgußkreuzung
Grusonwerk Magdeburg
mit anstoßender
Phönix Rillenschiene
unter 26°
Abb 12 16
Kreuzung der Straßenbahn
in Stuttgart
Wechselsteg Verblattschienen
oberbau Haarmann
Abb 19 22 Kreuzung
einer Hauptbahn mit
einer Kleinbahn
in Schienenhöhe
Abb 17 u 18 Schräge Durchkreuzung in der
Kurve in Stuttgart
Abb 8 Schema der Einmündung in eine
zweisträngige Bahn ohne Durchkreuzung
Abb 21 Schnitt a b
Zur Königsstraße
Zur Rothebuhlstraße
Rothebuhlstraße
Königsstraße
zur Eberhardtsstraße
Auflauf

